



**Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca**
Universidad Zaragoza

Grado en Nutrición Humana y Dietética

Trabajo de Fin de Grado:

**INFLUENCIA DE HÁBITOS ALIMENTARIOS SALUDABLES Y
EJERCICIO EN LA MEJORA DEL METABOLISMO DE
PACIENTES DIABÉTICOS: Revisión bibliográfica.**

**INFLUENCE OF HEALTHY FOOD HABITS AND EXERCISE IN
THE IMPROVEMENT OF THE METABOLISM OF DIABETIC
PATIENTS: Bibliographic review.**

Autora:

Raquel Mayoral Latorre

Tutora académica:

Raquel Moreno Loshuertos

Área de Bioquímica y Biología Molecular

Junio de 2020

ÍNDICE

1. Resumen	1
2. Abreviaturas.....	2
3. Introducción.....	3
3.1. Los hidratos de carbono y su metabolismo.....	3
3.2. La diabetes y sus tipos	5
3.3. Causas de la diabetes mellitus	7
3.4. Manifestaciones y complicaciones de la diabetes mellitus.....	8
3.5. Diabetes y alimentación.....	9
3.6. Diabetes y actividad física	11
4. Objetivos.....	12
5. Metodología.....	13
6. Resultados y discusión.....	14
6.1. Alimentación.....	14
6.1.1. Alimentación y diabetes mellitus.....	19
6.1.2. Características de la dieta en la diabetes mellitus.....	25
6.1.3. Alimentación y diabetes mellitus tipo 1.....	35
6.1.4. Alimentación y diabetes mellitus tipo 2.....	35
6.2. Actividad física.....	36
6.2.1. Actividad física y diabetes mellitus	39
6.2.2. Actividad física y diabetes mellitus tipo 1	48
6.2.3. Actividad física y diabetes mellitus tipo 2.....	51
6.2.4. Actividad física y prevención de diabetes mellitus tipo 2	55
7. Conclusiones.....	56
8. Bibliografía.....	57
9. Recursos Web	59

1. RESUMEN

La diabetes mellitus es una enfermedad que se produce cuando el páncreas no puede fabricar insulina en cantidad suficiente o cuando ésta no logra actuar en el organismo porque las células no responden a su estímulo.

La combinación de hábitos alimentarios saludables y actividad física ejerce efectos protectores frente a diferentes riesgos para la salud como son la obesidad o la hipertensión en la población en general. Gracias a la profundización en la comprensión del metabolismo energético, se han postulado como las primeras estrategias en el tratamiento de pacientes diagnosticados con diabetes, debido a su papel en el control de la glucemia.

Además, la introducción de terapias como la bomba de insulina o el control de glucosa, han contribuido significativamente para favorecer la práctica deportiva tanto en actividades físicas regulares como en deportes competitivos en personas con diabetes. Los beneficios del ejercicio en pacientes con diabetes mellitus tipo 1 también deberían ser estudiados y explotados en el tratamiento de la enfermedad, así como sus los beneficios junto con la alimentación, en la prevención de la diabetes mellitus tipo 2.

La nutrición y la actividad física son aspectos importantes para mantener un estilo de vida saludable para las personas con diabetes. Además de otros beneficios, seguir un plan de alimentación saludable y mantenerse físicamente activo puede ayudar a mantener los niveles de glucosa en la sangre dentro de los límites deseados.

A la vista de los datos revisados en este TFG, es muy importante continuar investigando la forma en que los distintos hábitos alimentarios y la actividad física favorecen el control de la glucemia en pacientes de diabetes mellitus.

2. LISTA DE ABREVIATURAS

ADA: Asociación Americana de Diabetes

AG: ácidos grasos

AGL: ácidos grasos libres

AGM: ácidos grasos monoinsaturados

AGP: ácidos grasos poliinsaturados

AGS: ácidos grasos saturados

CG: carga glucémica

DM: diabetes mellitus

FDA: Food and Drug Administration

HbA1c: hemoglobina glicosilada

HdC: hidratos de carbono

HDL: lipoproteínas de alta densidad

HTA: hipertensión arterial

IDR: ingestión dietética recomendada

IGT: tolerancia alterada a la glucosa

IG: índice glucémico

IMC: índice de masa corporal

Kcal: kilocalorías

LDL: lipoproteínas de baja densidad

TG: triglicéridos

VLDL: lipoproteínas de muy baja densidad

3. INTRODUCCIÓN

3.1. LOS HIDRATOS DE CARBONO Y SU METABOLISMO

Los hidratos de carbono (HdC) son los azúcares, almidones y fibras que se encuentran en una gran variedad de alimentos como frutas, granos, verduras y productos lácteos (1).

Los HdC proveen al cuerpo de glucosa, que se convierte en energía, que a su vez se utiliza para mantener las funciones corporales y la actividad física (1).

La calidad de los HdC es importante. Las fuentes más saludables de HdC son los alimentos sin procesar o mínimamente procesados como granos enteros, verduras, frutas y granos, y las fuentes menos saludables incluyen pan blanco, pasteles, refrescos azucarados y otros alimentos altamente procesados o refinados (1).

Las funciones de los HdC son (RW1):

- Su principal función es la energética. Aportan la energía de más fácil utilización. La glucosa es la única fuente de energía para el cerebro. Los carbohidratos son almacén y reserva de energía en forma de glucógeno que se moviliza rápidamente para generar glucosa cuando se necesita.
- Tienen un efecto ahorrador de proteínas.
- Evitan la formación de los cuerpos cetónicos, productos de desecho de las grasas que aparecen cuando el cuerpo utiliza las grasas en lugar de los azúcares para generar energía.
- Forman parte de los tejidos del organismo como el tejido conectivo o el tejido nervioso y de moléculas tan importantes como el ADN o el ATP.

Existen 2 tipos de hidratos de carbono. Los simples, llamados rápidos refinados o de sabor dulce (monosacáridos y disacáridos) y los complejos, también llamados lentos, sin refinar o de sabor no dulce (polisacáridos) (2)

Las principales fuentes alimentarias de los HdC son cereales, azúcares, tubérculos, legumbres, frutas y verduras.

Se define como metabolismo de los HdC o glúcidos (RW2) a los procesos bioquímicos de formación, ruptura y conversión de los glúcidos en los organismos vivos. Los glúcidos son las principales moléculas destinados al aporte de energía, gracias a su fácil metabolismo. Estos procesos son los siguientes:

- La glucólisis o glicolisis (3) es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula. Consiste en 10 reacciones enzimáticas consecutivas que convierten a la glucosa en dos moléculas de piruvato, el cual es capaz de seguir otras vías metabólicas y así continuar entregando energía al organismo. (Figura 1) (4)

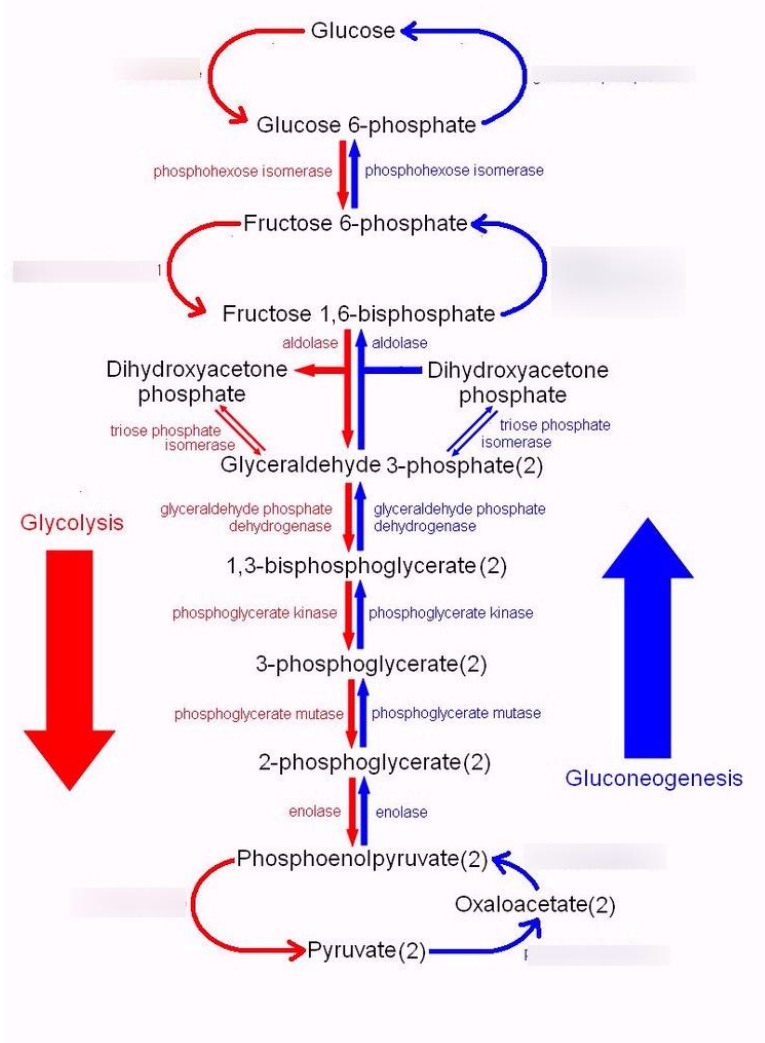


Figura 1. Etapas de la glucólisis y la gluconeogénesis

- La gluconeogénesis es la producción de glucosa a partir de precursores como el glicerol, el lactato o intermediarios del ciclo del ácido cítrico (Figura 1).
- La glucogenólisis (5) es un proceso catabólico que hace referencia a la degradación de glucógeno a glucosa o glucosa 6-fosfato. Se da cuando el organismo requiere un aumento de glucosa y, a través de este proceso, puede liberarse a la sangre y mantener los niveles de glucemia. Tiene lugar en casi todos los tejidos, aunque de manera especial en el músculo y en

el hígado debido a la mayor importancia del glucógeno como combustible de reserva en estos tejidos.

- La glucogenogénesis o la glucogénesis (RW3) es la ruta anabólica por la que tiene lugar la síntesis de glucógeno a partir de la glucosa-6-fosfato. Se lleva a cabo principalmente en el hígado, y en menor medida en el músculo. La glucogenogénesis es activada por la insulina en respuesta a los altos niveles de glucosa, que pueden ser posteriores a la ingesta de alimentos con HdC.

3.2. LA DIABETES, SUS TIPOS Y CAUSAS

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica metabólica en la que los niveles de glucosa de la sangre están por encima de los adecuados de forma habitual, es decir, los pacientes manifiestan una hiperglucemia crónica.

La glucosa, procedente de la degradación de hidratos de carbono ingeridos a través de la dieta, es transportada a través de la sangre para entrar en las células de los distintos tejidos donde actúa como combustible para la generación de energía metabólica. La entrada de glucosa a las células se regula hormonalmente gracias a la acción de insulina, que es una hormona peptídica secretada por el páncreas.

La insulina se secreta cuando hay hiperglucemia. Es decir, cuando en nuestra sangre hay mucha glucosa, momento que suele darse después de las comidas. La insulina provoca la captación, almacenamiento y consumo de la glucosa en casi todos los tejidos del cuerpo, pero sobre todo en músculos, tejido adiposo e hígado. Así, en el hígado, la insulina facilita la entrada de glucosa en las células hepáticas, evita la liberación de glucosa a sangre y promueve la síntesis de glucógeno. En el músculo incrementa el transporte de glucosa hacia el interior de las células musculares. En el tejido adiposo la insulina promueve, indirectamente, el depósito de grasas en forma de triglicéridos (TG) (6).

La secreción de insulina por las células- β es regulada principalmente por los niveles de glucosa. Un incremento en el ingreso de glucosa a las células- β del páncreas conduce a un incremento en el metabolismo. El aumento del metabolismo de la glucosa lleva a una elevación del ratio ATP/ADP, que a su vez lleva a la inhibición de un canal de potasio sensible al ATP, canal K^+ - ATP. El resultado neto es la despolarización de la célula llevando a un influjo de Ca^{2+} y a la secreción de insulina (6).

La regulación del metabolismo de la glucosa por la insulina depende de un equilibrio muy delicado con otra hormona “hermana”, el glucagón, la cual tiene el papel contrario a la insulina, estimular la

producción de glucosa, aumentando así la glucemia.

Sin la suficiente insulina en sangre, la glucosa permanece en la circulación tras la ingesta de alimentos, lo que puede causar graves problemas en distintos órganos y tejidos como los dientes, ojos, riñones o los nervios. La hiperglucemia también puede favorecer la aparición de enfermedades cardiovasculares, derrames cerebrales o incluso puede ser la causa de amputación de algún miembro, generalmente los pies.

Un análisis de sangre en el que se analice la glucosa plasmática en ayunas es la prueba más utilizada en la detección de la diabetes (RW4). Los criterios para el diagnóstico son (RW5):

- Glucemias al azar de 200 mg/dl o mayores, más síntomas como poliuria o polifagia.
- Glucemia en ayunas mayor o igual a 126 mg/dl.
- Glucemia dos horas después de la ingesta de 75 g glucosa igual o superior a 200 mg/dl.

Otro tipo de prueba en su detección es la A1c o hemoglobina glucosilada (HbA1c), que permite comprobar cómo se está manejando la diabetes, ya que indica los niveles promedio de glucosa en sangre en los últimos 3 meses (RW4).

Existen varios tipos de diabetes (RW6), la DM tipo 1, la tipo 2 y la diabetes gestacional.

En la DM tipo 1, diabetes juvenil o insulín dependiente, el paciente no produce insulina pues su sistema inmunitario destruye las células- β del páncreas, que son las encargadas de producirla. Las personas con este tipo de diabetes necesitan inyectarse insulina diariamente. Suele aparecer en edad infantil o juvenil y hay predisposición genética. Además de otras manifestaciones generales, los pacientes de DM tipo 1 presentan polidipsia y poliuria compensadoras, pérdida de peso, astenia y polifagia.

En la DM tipo 2, que es la más común, el cuerpo no produce insulina o no la usa de manera adecuada por lo que, para controlar el nivel de glucosa en sangre pueden llegar a necesitar medicación. Suele aparecer en la edad adulta y depende de factores como la raza, la herencia genética o factores ambientales como sedentarismo, sobrealimentación y obesidad. En las últimas fases de la enfermedad, los pacientes requieren insulina.

Un tercer tipo de diabetes sería la diabetes gestacional que aparece durante el embarazo y suele desaparecer tras el parto.

3.3. CAUSAS DE LA DIABETES MELLITUS

Los científicos piensan que la diabetes tipo 1 es causada por genes y factores ambientales, como por ejemplo los virus, que pueden desencadenar la enfermedad. Algunos estudios están enfocados a identificar las causas de la diabetes tipo 1 y las posibles maneras de prevenir o retrasar el progreso o comienzo de la enfermedad.

La DM tipo 2, la forma más común de la enfermedad, es causada por varios factores, entre ellos, el estilo de vida y los genes (RW6). Los principales factores desencadenantes de la DM tipo 2 son:

- Sobrepeso, obesidad e inactividad física: una persona tiene mayor probabilidad de desarrollar diabetes tipo 2 si no se mantiene físicamente activa y tiene sobrepeso u obesidad. Algunas veces, el exceso de peso causa resistencia a la insulina y es frecuente en personas con diabetes tipo 2. La localización de la grasa corporal también tiene importancia, ya que el exceso de grasa en el vientre está vinculado con la resistencia a la insulina, la diabetes tipo 2 y las enfermedades del corazón y los vasos sanguíneos.
- Resistencia a la insulina: la diabetes tipo 2 suele comenzar con resistencia a la insulina, una afección en la que el músculo, el hígado y las células grasas no usan adecuadamente la insulina. Como resultado, el cuerpo necesita más insulina para que la glucosa pueda ingresar en las células. Al inicio de la enfermedad, el páncreas produce más insulina para cubrir el aumento de la demanda, pero con el tiempo deja de producir suficiente insulina y aumentan los niveles de glucosa en la sangre.
- Genes y antecedentes familiares: igual que sucede con la diabetes tipo 1, ciertos genes pueden hacer que una persona sea más propensa a tener diabetes tipo 2. Los genes también pueden aumentar el riesgo de diabetes tipo 2 al aumentar la tendencia de la persona al sobrepeso u obesidad.

También pueden causar ambos tipos de diabetes algunas mutaciones genéticas, otras enfermedades, la lesión del páncreas y ciertas medicinas (RW6).

- Mutaciones genéticas:
 - La diabetes monogénica es causada por mutaciones o cambios en un solo gen. Estos cambios suelen transmitirse entre miembros de la familia, pero, a veces, la mutación genética tiene lugar espontáneamente. La mayoría de estas mutaciones genéticas causan diabetes porque hacen que el páncreas pierda su capacidad de producir insulina.

- La fibrosis quística produce un exceso de mucosidad espesa que causa cicatrización en el páncreas. Estas cicatrices pueden impedir que el páncreas produzca suficiente insulina.
- La hemocromatosis hace que el cuerpo almacene demasiado hierro. Si la enfermedad no se trata, el hierro puede acumularse en el páncreas y otros órganos y dañarlos.
- Enfermedades hormonales: algunas enfermedades inducen la producción excesiva de ciertas hormonas, lo que puede causar resistencia a la insulina y diabetes. Ejemplos de estas enfermedades son el síndrome de Cushing, la acromegalia o el hipertiroidismo.
- Lesiones o extracción del páncreas: la pancreatitis, el cáncer de páncreas y los traumatismos pueden dañar las células- β o hacer que pierdan parte de su capacidad de producir insulina, originando diabetes. Si se extirpa el páncreas lesionado, aparece la diabetes como resultado de la pérdida de las células- β .
- Medicinas: algunas veces, ciertas medicinas pueden dañar las células- β o alterar el funcionamiento de la insulina. Estos incluyen vitamina B3, ciertos diuréticos, medicinas anticonvulsivas, medicinas psiquiátricas, medicinas para tratar el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), glucocorticoides, estatinas, medicinas anti-rechazo que se usan tras un trasplante, etc.

3.4. MANIFESTACIONES Y COMPLICACIONES DE LA DM

Las manifestaciones de la DM se deben al déficit de insulina, y las más típicas son:

- Menor captación de glucosa por las células musculares y los adipocitos.
- Aumento de la gluconeogénesis y glucogenólisis: lo que provoca un aumento de la hiperglucemia.
- Reducción de la síntesis y aumento del catabolismo de TG.
- Aumento de la cetogénesis hepática que deriva en acidosis metabólica.
- Glucosuria: se supera la carga tubular que puede reabsorber el riñón, de forma que conlleva a diuresis osmótica, deshidratación, pérdida de agua y Na^+ y polidipsia compensatoria.

Un mal manejo de la DM puede dar lugar a diversas complicaciones:

— Descompensaciones agudas:

- Cetoacidosis diabética: hiperglucemia, hipercetonemia, deshidratación, hiperosmolaridad, acidosis metabólica.
- Coma hiperosmolar, que se produce cuando aumenta el nivel de glucosa, pero disminuye el de cuerpos cetónicos.
- Hipoglucemia: la falta de adecuación entre la dieta y el tratamiento disminuye el nivel de glucosa en sangre.

— Descompensaciones graves:

- Macroangiopatía: aterosclerosis muy precoz y rápida, típica del tipo 2, y que se manifiesta con cardiopatía isquémica, isquemia cerebral o periférica.
- Microangiopatía: producida por la hiperglucemia, provoca alteraciones en los procesos bioquímicos y metabólicos. Las proteínas se glucosilan y dejan de ser funcionales. Se puede manifestar como:
 - Retinopatía diabética: se produce daño en los capilares retinianos y es la principal causa de ceguera en DM.
 - Nefropatía diabética: provoca daño en los glomérulos renales y conlleva insuficiencia renal terminal.
- Neuropatía diabética: alteración de proteínas que componen los nervios. Provoca la pérdida de sensibilidad.

3.5. DIABETES Y ALIMENTACIÓN

La clave de la alimentación en los pacientes con DM es consumir una variedad de alimentos saludables de todos los grupos, en las cantidades establecidas según su plan de alimentación que debe incluir verduras, frutas, cereales, alimentos proteicos y lácteos descremados o bajos en grasa. También existe una lista de alimentos que es aconsejable evitar o reducir su consumo al mínimo posible, como por ejemplo los alimentos con alto contenido en grasas saturadas y grasas trans, los alimentos con elevada cantidad de sal o sodio, así como los dulces y las bebidas con azúcares añadidos.

La alimentación es un pilar fundamental en el tratamiento de la enfermedad, pero no existe una dieta

estándar para diabéticos. Debe establecerse una dieta individual teniendo en cuenta la edad, el sexo, el peso, la estatura o el grado de actividad de cada paciente (RW7).

Los objetivos de la alimentación del diabético son:

- Proporcionar un buen estado nutricional.
- Conseguir y mantener un peso adecuado.
- Alcanzar la normalidad bioquímica.
- Mantener las glucemias en los límites adecuados, entre los 70 y 100 mg/dl en ayunas y menos a 140 mg/dl dos horas después de cada comida.
- Minimizar las fluctuaciones de glucemias postprandiales, tras la ingesta de alimentos.
- Prevenir y tratar las hipoglucemias.
- Contribuir a prevenir las complicaciones manteniendo estables los niveles de glucosa en sangre.

Algunas de las recomendaciones para conseguir un buen control de la diabetes son:

- Mantener una dieta equilibrada y completa con las siguientes proporciones: 50-60% de hidratos de carbono, 25-30% de grasas y 15% de proteínas.
- Proporcionar las calorías necesarias para mantenerse en un peso adecuado.
- Prevenir y ayudar a tratar complicaciones más comunes, que son la hipoglucemia o la hiperglucemia.
- Repartir los alimentos en 6 tomas y mantener unos horarios regulares de éstas siempre que sea posible, de manera que el nivel de azúcar en la sangre sufra menos variaciones.
- Consumir una gran cantidad de alimentos integrales así como frutas y verduras.
- Disminuir la ingesta de grasas empleando técnicas culinarias saludables, como cocinados al horno, al vapor, etc. y prescindir de alimentos precocinados.
- Consumir alimentos naturales y asegurar el aporte de calcio mediante la ingesta de lácteos a diario.
- Evitar los azúcares refinados por su capacidad de elevar rápidamente la glucemia, así como la

bollería industrial, por su alto contenido en grasa.

- Evitar las bebidas alcohólicas y refrescos azucarados.
- Beber dos litros de agua al día.

El tipo de dieta más adecuado para cada paciente dependerá tanto de las características del paciente como de sus preferencias. Existen varios sistemas útiles en la planificación de dietas:

- Basadas en menús: es la base de todos los métodos y demuestra cómo pueden diseñarse comidas que se adapten a las preferencias y estilo de vida del paciente, manteniendo los parámetros nutricionales adecuados.
- Basadas en directrices: se aportan unas normas generales con reducción del aporte global de hidratos de carbono. Se puede facilitar una pequeña lista de intercambio de alimentos.
- Método de recuento de hidratos de carbono: el recuento de los hidratos de carbono se considera básico en los aspectos educativos relacionados con la dieta de pacientes diabéticos para tener un control metabólico adecuado.
- Sistema de intercambio: se basa en la diferenciación de tres grupos de alimentos principales: hidratos de carbono, proteínas y grasas.
- Método del plato: consiste en dividir un plato de tamaño normal en cuatro partes, a las que hay que añadir el pan y la fruta:
 - $\frac{1}{2}$ plato con verduras cocidas o crudas.
 - $\frac{1}{4}$ del plato para carne, pescado o huevo.
 - $\frac{1}{4}$ del plato para las patatas, legumbres, arroz, pasta, etc.

3.6. DIABETES Y ACTIVIDAD FÍSICA

La actividad física es importante para el control de los niveles de glucosa en la sangre y para mantenerse saludable (RW6), ya que reduce los niveles de glucemia, disminuye la presión arterial, mejora la circulación de la sangre, quema calorías adicionales para que se pueda mantener el peso controlado, etc. Cualquier actividad física que se ejercite con una intensidad y duración moderada es beneficiosa para la población diabética, pero es recomendable realizar diferentes tipos de actividades, como por ejemplo caminar, montar en bicicleta, nadar, etc.

Dado que la actividad física reduce el nivel de glucosa en la sangre, los diabéticos han de protegerse contra la hipoglucemia, ingiriendo ciertos alimentos antes y después de realizar su entrenamiento.

El ejercicio aporta muchos beneficios en el manejo de la diabetes (RW7), ya que permite disminuir el nivel de glucosa en sangre al aumentar la incorporación de glucosa en las células musculares sin necesidad de un incremento de insulina. Además, después de hacer actividad física mejora la sensibilidad a la acción de la insulina. Esto significa que si los pacientes consiguen hacer una actividad física de forma regular, disminuirán sus necesidades de insulina por la mejora en la sensibilidad a la misma, lo que facilita un mejor control de la glucemia. Durante el ejercicio se liberan los depósitos de glucógeno del hígado y se agotan, por lo que hay mayor riesgo de hipoglucemia. Para evitarlo hay que mantener un aporte de carbohidratos durante y después del ejercicio. A veces, es necesario incluso disminuir la dosis de insulina.

En general, son recomendables los ejercicios físicos o deportes aeróbicos y son menos aconsejables los anaeróbicos. Es conveniente realizar un programa de actividad física en función del perfil de cada persona.

Algunas recomendaciones para realizar actividad física en pacientes con DM son:

- Ir identificado correctamente.
- Disponer de suplementos de hidratos de carbono.
- Hacer controles de glucemia antes y después del ejercicio.
- Beber abundantes líquidos.
- Valorar/reducir las necesidades de insulina previa al ejercicio.
- Inyectar la insulina en el abdomen.
- Evitar el ejercicio durante la fase de máxima acción de la insulina.

4. OBJETIVOS

La calidad de vida de los pacientes con DM mejora día a día gracias al constante desarrollo de la ciencia para aportar avances en el conocimiento y el tratamiento de la enfermedad. Anualmente se desarrollan nuevas técnicas y aparatos tanto para realizar las mediciones diarias de glucosa en sangre, como para facilitar la inyección de la insulina. Aún quedan muchos aspectos por resolver, pero debido a que cada año se incrementa exponencialmente el número de pacientes con DM, diversos grupos de

investigación están trabajando para prevenir, tratar o incluso curar esta enfermedad.

Hay numerosas evidencias científicas que demuestran que la nutrición y la actividad física están directamente relacionadas con la mejora del metabolismo de la población en general, pero en mayor medida en pacientes con DM. Por ello, es imprescindible el papel de un dietista-nutricionista que trabaje con estos pacientes, en especial, al inicio de su enfermedad para enseñarles a alimentarse correctamente con la finalidad de tener controlada la diabetes y que puedan realizar una vida lo más normal posible.

Por todo lo anterior, el objetivo principal de este trabajo de fin de grado es analizar la relación que existe entre la realización de actividad física junto con una buena alimentación, y el tratamiento de la diabetes mellitus. Para ello, nos centraremos en los siguientes objetivos concretos:

- Entender el proceso de desarrollo de DM de tipo 1 y tipo 2.
- Analizar el papel de la alimentación en relación con la DM.
- Evaluar el papel de diferentes tipos de actividad física en relación con la DM.

5. METODOLOGÍA

Con el fin de conseguir los objetivos del trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica realizando una búsqueda de artículos en bases de datos biomédicas como Medline, Pubmed, Scielo y Scopus. También se han utilizado algunas páginas web como la de Fundación de la Diabetes o Dciencia y el buscador Google Académico.

Los términos de búsqueda han sido: diabetes mellitus, physical exercise, feeding habits, exercise and diabetes, diabetes and diet, aerobic exercise, anaerobic exercise, y food groups, y los mismos términos traducidos al castellano.

La búsqueda se ha realizado principalmente en castellano, aunque también se han aceptado y revisado artículos y estudios en inglés.

Al haber encontrado numerosos artículos y resultados se han tenido que utilizar criterios de aceptación de los estudios. En concreto, se han incluido los artículos que explican los cambios metabólicos que experimenta un paciente diabético al realizar ejercicio físico y los que explican los cambios metabólicos al ingerir los diferentes grupos de macronutrientes y micronutrientes.

Una vez recabada toda la información, se han utilizado estos estudios para la comprensión de la

importancia que tienen tanto una buena alimentación como la realización de actividad física, en pacientes con diabetes mellitus.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. ALIMENTACIÓN

La nutrición es la ciencia que tiene como objeto de estudio la relación que existe entre los alimentos y los seres vivos. En el caso de la nutrición humana los estudios se dirigen a conocer las necesidades nutritivas que tiene la población, y las enfermedades que se producen por la ingestión insuficiente o excesiva. Existen enfermedades que pueden prevenirse o mejorarse con una dieta adecuada (7).

Las células del cuerpo requieren una nutrición adecuada para su funcionamiento normal, ya que todos los sistemas pueden afectarse cuando hay problemas nutricionales. La nutrición adecuada es un factor fundamental para el vigor y el desempeño de una persona, y para que el organismo funcione a su nivel óptimo debe consumir las cantidades adecuadas de alimentos que contengan los nutrientes esenciales para la vida humana (7).

La alimentación equilibrada forma parte esencial de un estilo de vida saludable. Otros elementos de la vida diaria, como por ejemplo la actividad física, el consumo o no de tabaco o el estrés, también influyen de forma significativa sobre la salud.

Una alimentación saludable es aquella que permite alcanzar y mantener un funcionamiento óptimo del organismo, conservar o restablecer la salud, disminuir el riesgo de padecer enfermedades, asegurar la reproducción, la gestación y la lactancia, y que promueve un crecimiento y desarrollo óptimos (19). Esta se logra combinando varios alimentos en forma equilibrada, lo cual satisface las necesidades nutritivas para un correcto crecimiento y desarrolla las capacidades físicas e intelectuales (7).

A continuación se definen de manera breve las características que ha de tener una alimentación saludable (8):

- Satisfactoria: agradable y sensorialmente placentera.
- Suficiente: que cubra las necesidades de energía, en función de las necesidades de las diferentes etapas o circunstancias de la vida.
- Completa: que contenga todos los nutrientes que necesita el organismo y en cantidades adecuadas.

- Equilibrada: con una mayor presencia de una amplia variedad de alimentos frescos y de origen principalmente vegetal, y con una escasa o nula presencia tanto de bebidas alcohólicas como de alimentos con baja calidad nutricional.
- Armónica: con un equilibrio proporcional de los macronutrientes que la integran.
- Segura: sin dosis de contaminantes biológicos o químicos que superen los límites de seguridad establecidos por las autoridades competentes, o exenta de tóxicos o contaminantes físicos, químicos o biológicos que puedan resultar nocivos para individuos sensibles.
- Adaptada: que se adapte a las características individuales (situación fisiológica y/o fisiopatológica), sociales, culturales y del entorno del individuo.
- Sostenible: que su contribución al cambio climático sea la menor posible y que priorice los productos autóctonos.
- Asequible: que permita la interacción social y la convivencia y que sea económicamente viable para el individuo.

Algunos cambios en el comportamiento alimentario, asociados a una actividad física baja, se han relacionado con un mayor riesgo de padecer enfermedades crónicas como la enfermedad cardiovascular, algunos tipos de cáncer, la DM tipo 2, la osteoporosis y algunos trastornos del sistema inmunitario. Las evidencias disponibles hasta el momento indican que la intervención mediante consejo dietético y la educación nutricional podrían influir positivamente en la evolución de estos trastornos crónicos (9).

Recomendaciones alimentarias

Es importante que la población tenga conocimiento del tipo de alimentación que ha de seguir para llevar unos hábitos alimentarios correctos, y que estos, junto con la realización de actividad física diaria, les permitan tener un estilo de vida saludable.

Las guías alimentarias son instrumentos educativos que adaptan los conocimientos científicos sobre requerimientos nutricionales y composición de alimentos y los transforman en una herramienta práctica que facilita a diferentes personas la selección de una alimentación saludable. Tienen como objetivo elevar a corto plazo los conocimientos sobre alimentación y nutrición y, a largo plazo, eliminar las conductas alimentarias erróneas (7).

Los aspectos que deben enfatizarse en la enseñanza sobre alimentación son: (7).

- La necesidad de una dieta equilibrada desde el punto de vista nutricional para promover una

salud óptima.

- Los requerimientos especiales de niños, adolescentes, embarazadas y madres que lactan para promover su crecimiento y desarrollo óptimo.
- La necesidad de comer a horas regulares para fomentar el desarrollo de buenos hábitos alimentarios.
- La necesidad de mantener la higiene en la limpieza, preparación y almacenamiento de los alimentos.

Existen recomendaciones nutricionales genéricas, es decir, que son de interés para la población en general. Estas recogen desde los tipos de alimentos que se deben ingerir hasta las cantidades de alguno de ellos. Algunas de las recomendaciones más importantes son:

- Realizar al menos 5 comidas al día.
- Llevar a cabo una ingesta calórica acorde con el gasto diario.
- Que la dieta contenga alimentos de todos los grupos y que sea equilibrada y completa.
- Consumir diariamente 5 raciones de frutas o verduras frescas.
- Utilizar, preferentemente, aceite de oliva virgen tanto para cocinar como para aliñar.
- Moderar el consumo de grasas de origen animal, embutidos y alimentos precocinados que las contengan.
- Tomar carne 3-4 veces por semana y elegir carnes de piezas magras.
- Tomar pescado azul 3-4 veces por semana.
- Elegir alimentos frescos o congelados, integrales cuando sea posible.
- Reducir el consumo de azúcar, dulces, bollería, refrescos azucarados, etc.
- Consumir lácteos a diario, preferentemente, semidesnatados o desnatados.
- Tomar entre 1 y 1,5 litros de agua al día.
- Consumir legumbres 2 veces por semana y cereales a diario, preferentemente, ambos grupos integrales.
- Reducir el uso de sal y alimentos con alto contenido en sodio; sustituirla por condimentos

como limón o especias.

- Limitar el consumo de alcohol.
- Comer despacio, masticando bien y dedicando, al menos, 20 minutos a cada comida.
- Planificar la compra y realizarla provisto de una lista.
- Consultar el etiquetado que acompaña a los alimentos y evitar los que tienen alto contenido en azúcar, grasas saturadas, etc.

La dieta mediterránea

La alimentación de la población mediterránea conserva todavía algunos elementos característicos del patrón dietético tradicional. Este patrón dietético, que se asocia a un menor riesgo de sufrir enfermedades crónicas degenerativas, se caracteriza por la ingesta de una cantidad baja de grasas saturadas y un contenido elevado de ácidos grasos monoinsaturados. Los ingredientes principales que configuran este modelo son el aceite de oliva, los cereales integrales, el pan y derivados, las legumbres, los frutos secos, las frutas, las verduras y las hortalizas, así como algunos derivados de la leche, el vino con moderación, el pescado y algunos condimentos y especias (9).

El beneficio de la dieta mediterránea radica tanto en la variedad de los alimentos que se incluyen como en las técnicas culinarias utilizadas para optimizar sus cualidades, empleando el aceite de oliva, el ajo, la cebolla y otras especies propias del Mediterráneo (9).

No existe ninguna definición de dieta mediterránea totalmente aceptada, aunque frecuentemente ha sido reconocida como el tradicional patrón de alimentación típico de los países del área del Mediterráneo. Las características más importantes se podrían resumir en (9):

- Un alto consumo de verduras, legumbres, frutas, frutos secos y cereales integrales.
- Una alta ingesta de aceite de oliva utilizada tanto para cocinar como para aliñar los alimentos.
- Una baja ingesta de grasas saturadas.
- Un moderado consumo de pescado.
- Una ingesta de productos lácteos entre baja y moderada.
- Una baja ingesta de carne y productos cárnicos procesados.
- Una ingesta de vino moderada.

- Un bajo consumo de cremas, mantequilla y margarina.
- Un alto consumo de ajo, cebolla y especias.

El patrón dietético mediterráneo forma parte de un estilo de vida basado en el consumo de una combinación de ingredientes tradicionales o actualizados mediante las modernas tecnologías, recetas y modos de cocinar característicos. La combinación de sus elementos da como resultado una dieta que ha resultado ser saludable (9).

Beneficios de la alimentación mediterránea

Hoy en día, la dieta mediterránea es posiblemente el concepto dietético y nutricional más difundido tanto entre la comunidad científica como entre los consumidores del mundo desarrollado. Ello es debido a que los resultados de numerosos estudios básicos, clínicos y epidemiológicos han llevado a considerarla como un factor protector en el desarrollo de múltiples procesos como las enfermedades cardiovasculares, distintos tipos de cáncer, ciertas enfermedades neurodegenerativas e incluso el propio envejecimiento (9).

En la Figura 2 (9) se resumen los mecanismos de acción que podrían explicar los efectos protectores otorgados a la tradicional dieta mediterránea,

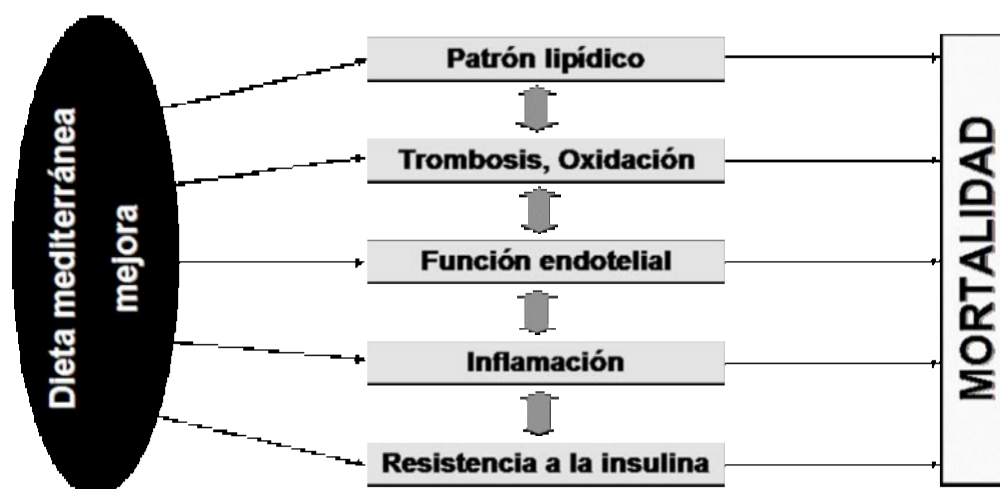


Figura 2. Mecanismos de acción por los cuales se podría explicar los efectos protectores de la tradicional dieta Mediterránea.

Alimentos que conforman la dieta mediterránea

Los cereales son alimentos que proporcionan aproximadamente el 55% del aporte energético total y el 50% de las proteínas consumidas por los humanos en el mundo. Los cereales constituyen también uno

de los alimentos básicos de la dieta mediterránea tradicional, contribuyendo en gran medida al aporte calórico total. Son una excelente fuente de carbohidratos, fibra dietética y proteína, y son ricos en vitaminas del grupo B, vitamina E y un gran número de minerales principalmente hierro, zinc, magnesio y fósforo. En el caso de los cereales integrales se han identificado un gran número de sustancias fotoquímicas como fitoestrógenos y diferentes antioxidantes (9).

Las legumbres, en las que se incluyen lentejas, garbanzos, judías, guisantes y habas, son ricas en proteína, siendo mayor su contenido que en el caso de los cereales. Esta fuente importante de carbohidratos y proteínas de origen vegetal también aporta cantidades considerables de fibra, niacina y ácido fólico. Además, se ha visto que dado su alto contenido en fitoesteroles e isoflavonas podría contribuir a reducir los niveles de colesterol y el riesgo de ciertas enfermedades crónicas (9).

Otros alimentos propios de la dieta mediterránea, como por ejemplo el pescado, las frutas y verduras, o las especias también son fuente de diversas sustancias capaces de mejorar diferentes factores de riesgo cardiovascular a través de múltiples mecanismos, contribuyendo muy posiblemente a explicar también el menor riesgo de enfermedad arteriosclerótica y de ciertos tipos de cáncer que presenta la población de países mediterráneos (9).

6.1.1. ALIMENTACIÓN Y DIABETES MELLITUS

La nutrición y la actividad física son partes importantes de un estilo de vida saludable, también para las personas con diabetes. Además de otros beneficios, seguir un plan de alimentación saludable puede ayudar a mantener su nivel de glucosa en la sangre dentro de los límites deseados. Para manejar el nivel de glucemia deben equilibrar lo que comen y beben con la actividad física y los medicamentos para la diabetes (RW4).

Alimentarse bien puede ayudar a (RW4).

- Mantener los niveles de glucosa en la sangre, la presión arterial y el colesterol dentro de los valores deseados.
- Bajar de peso o mantener un peso saludable.
- Prevenir o retrasar los problemas de la diabetes.
- Sentirse bien y tener más energía.

La correcta alimentación debe ser el objetivo del equipo diabetológico. Para mejorar la adhesión del

paciente, es importante definir la dieta según principios básicos, hablar en términos de planes de alimentación individualizados, simplificar las recomendaciones y adaptarlas a los hábitos y posibilidades del paciente (10).

La alimentación programada es uno de los pilares del tratamiento de la DM en cualquiera de sus formas. Sin ella, es difícil lograr un control metabólico adecuado aunque se utilicen medicamentos hipoglucemiantes de alta potencia. En muchos casos, junto al ejercicio, constituye la única medida terapéutica (11).

Para integrar de manera eficaz la nutrición en el seguimiento y control de los pacientes diabéticos se precisa de un equipo multidisciplinar de profesionales que deberán hacer un enfoque individualizado y proporcionar una enseñanza nutricional al paciente para su autoasistencia (12).

Debido a las diferentes situaciones vitales, metabólicas, nutricionales, etc., de los diabéticos se ha liberalizado la prescripción dietética en la DM fundamentalmente en lo que respecta a HdC y ácidos grasos monoinsaturados (AGM). Las recomendaciones nutricionales de la ADA destacan la importancia de individualizar la atención nutricional (12).

El plan dietético debe ser de carácter individual de acuerdo con el sexo, la edad, el estado fisiológico, el nivel cultural, la procedencia, el nivel socioeconómico, el tipo de diabetes, el estado nutricional, el grado de actividad física, la duración y el tipo de trabajo, el horario que se administró la insulina, los valores de glucemia en los diferentes momentos del día, la presencia o no de trastornos del metabolismo lipídico y las complicaciones dependientes de la propia diabetes (13). La terapia nutricional individualizada debe ser creada y explicada por un dietista – nutricionista, de manera que se alcancen más fácilmente los objetivos terapéuticos que se persiguen con la dieta (10).

La correcta composición de la dieta es importante porque promueve el mantenimiento metabólico óptimo con concentraciones de glucosa cercanas a las normales (14). El continuo monitoreo de los niveles de glucemia en los pacientes diabéticos, es primordial para la establecer una correcta dietoterapia. Para esto último, es esencial valorar los exámenes de HbA1c, que muestran el índice promedio de glucosa en sangre, durante los últimos 3 meses. Los valores deseables son los que están por debajo de 7% (11).

Las recomendaciones dietéticas para el paciente diabético no difieren de las directrices de dieta equilibrada para la población general salvo en la necesidad de repartir la toma de HdC a lo largo del día y en el número de tomas (12).

El tratamiento dietético está dirigido a (13):

- Establecer una ingesta nutricional adecuada para lograr o mantener un peso deseado.
- Prevenir la hiperglucemia.
- Reducir el riesgo de arteriosclerosis y de complicaciones.

Los objetivos principales de la dieta en la diabetes podrían resumirse en los siguientes (12):

- Ser nutricionalmente completa, es decir, una dieta equilibrada.
- Contribuir a normalizar los niveles de glucemia.
- Atenuar el riesgo cardiovascular.
- Aportar calorías y nutrientes adecuados para mantener o acercar el peso al ideal.
- Permitir el crecimiento y desarrollo normales en niños y adolescentes.
- Cubrir las necesidades del embarazo y la lactancia.
- Prevenir y tratar las complicaciones agudas y crónicas, a corto y largo plazo de la diabetes.
- Adaptarse a los gustos de los pacientes.

El objetivo general del tratamiento dietético en los pacientes con DM es ayudar a modificar los hábitos alimentarios para mejorar su control metabólico y reducir las complicaciones teniendo en cuenta sus características individuales, cultura, preferencias, estilo de vida y recursos económicos. Este objetivo general comprende otros más específicos (Tabla 1) y que son aplicables a todos los individuos con DM (10).

La importancia de cada uno de ellos puede variar en función del tipo de diabetes y las características de cada paciente. Las modificaciones de la dieta, por tanto, también variarán según el tipo de diabetes y las características individuales, ya que la naturaleza de la DM, el tratamiento y las características personales relacionadas con el estilo de vida son muy heterogéneas (10).

Tabla 1. Objetivos de la dieta en la población diabética**Generales**

- ❖ Ayudar a las personas con DM a modificar los hábitos de nutrición para mejorar su control metabólico y reducir las complicaciones, teniendo en cuenta sus características individuales, según su cultura, preferencias, estilo de vida y posibilidades económicas

Específicos

- ❖ Alcanzar y/o mantener el peso ideal o razonable en adultos y un crecimiento y desarrollo normal en niños.
- ❖ Alcanzar y mantener un óptimo control metabólico: niveles de glucosa y HbA1c.
- ❖ Conseguir mantener concentraciones óptimas de lípidos séricos: colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad), colesterol HDL (lipoproteínas de alta densidad) y TG.
- ❖ Conseguir unos niveles de presión arterial que reduzcan el riesgo cardiovascular.
- ❖ Prevenir y tratar las complicaciones crónicas y las comorbilidades de la DM.
- ❖ Mejorar el estado de salud mediante la elección de alimentos saludables y del ejercicio físico.

La clave en la DM es consumir una variedad de alimentos saludables de todos los grupos, en las cantidades establecidas en el plan de alimentación.

Deben consumir alimentos que tengan grasas saludables para el corazón, provenientes principalmente de aceite de oliva, nueces y semillas, pescados saludables y aguacate (RW4).

Los alimentos y bebidas que hay que limitar incluyen (RW8):

- Alimentos fritos y otros ricos en grasas saturadas y grasas trans.
- Alimentos con alto contenido de sal, también llamado sodio.
- Dulces, como productos horneados, bollería y helados.
- Bebidas con azúcares agregados, como zumos, gaseosas y bebidas regulares para deporte o energéticas.
- Deben tomar agua en vez de bebidas azucaradas y usar un sustituto del azúcar en el café o té.

Algunas personas con diabetes tienen que comer casi a la misma hora todos los días. Otras pueden ser

más flexibles con el horario de sus comidas. Dependiendo de las medicinas para la diabetes o el tipo de insulina que empleen, es posible que tengan que consumir la misma cantidad de HdC todos los días a la misma hora (RW7):

Tipos de dieta

Existen diferentes estrategias de planificación dietética en pacientes diabéticos que varían fundamentalmente en cuanto a grado de libertad.

Dieta estricta

Consta de menús fijos que se basan en la preplanificación de calorías y reparto de macronutrientes prefijado (12):

La ventaja de este tipo de dieta es que es más operativa en personas con poca capacidad de comprensión y cuando el prescriptor no tiene tiempo o soporte educativo, es práctica en períodos específicos, y los inconvenientes son que es monótona, no garantiza adaptación a gustos o estilo de vida y no aprovecha las posibilidades de variación de los alimentos.

Dieta por equivalencias o dieta por intercambios

Consiste en planificar diariamente unas cantidades de alimentos genéricos, representantes de grupo, según las calorías y el reparto calórico prefijado, y adjuntar unas tablas de equivalencias para sustituir esos genéricos por otros alimentos que, combinados, permitan elaborar un menú según gustos y posibilidades del paciente (12).

Consiguen un sistema unificado de referencia, aceptado por todos, pudiendo así los dietistas-nutricionistas ofrecer a los diabéticos dietas más o menos personalizadas, elaboradas con un sistema único y homologado que evite confusiones (12):

Pueden ser (12):

- Dietas por equivalencias: expresadas en gramos. Se agrupan los alimentos en lácteos; cereales, legumbres y tubérculos; frutas; grasas; proteínas; y verduras y hortalizas.
- Dietas por unidades de intercambio o raciones: adjuntan algo más de información sobre la posible sustitución de alimentos de un grupo por otro, y permiten una mayor flexibilidad de elección y planificación.

- Ventajas: variación de menú, adaptación del plan de alimentación al menú familiar, laboral, etc., permite el mantenimiento de la dieta durante toda la vida, y permite la flexibilización de ingestas.
 - Inconvenientes: necesidad de educación y entrenamiento, los listados de equivalencias suelen ser cortos, se mantiene cierta rigidez de contenidos y horarios y requiere pesar los alimentos.
- Dieta que planifica sólo las unidades de intercambio hidrocarbonadas: en pacientes sin obesidad, insuficiencia renal, ni dislipemia importante, es posible planificar sólo las unidades de intercambio diarias de HdC, si se han adquirido suficientes conocimientos sobre alimentación equilibrada. Este tipo de dieta da máxima libertad en la alimentación, ayuda a no obsesionarse con tanta tabla y ración y es lo más parecido a la alimentación espontánea. Los inconvenientes son que se requiere un gran entrenamiento y puede introducir desequilibrios entre los macronutrientes.

Métodos para planificar las comidas

Dos métodos que se usan con frecuencia para ayudar a planificar cuánto comer si se tiene diabetes, son el método del plato y el conteo de HdC (RW8):

Método del plato

El método del plato le ayuda a controlar el tamaño de las porciones. No se tienen que contar calorías. El método le muestra la cantidad de cada grupo de alimentos que han de comer, y funciona mejor para el almuerzo y la cena.

Por ejemplo (Figura 3) en un plato de 15 cm de diámetro, la mitad deben ser verduras, un cuarto del plato debe llenarse con alimentos proteicos y el último cuarto con cereales, preferiblemente integrales. El plan de alimentación diaria de cada paciente, también puede incluir pequeños refrigerios entre las comidas (RW8).



Figura 3. Ejemplo método del plato

Conteo de carbohidratos

El conteo de HdC implica llevar un registro de la cantidad de HdC que se consumen cada día. Dado que los HdC se transforman en glucosa en el cuerpo, afectan al nivel de glucosa en la sangre más que otros alimentos. El conteo de HdC ayuda a controlar la glucosa en la sangre. Si los pacientes usan insulina, contar los HdC puede ayudar a determinar la dosis adecuada (RW8).

La cantidad correcta de HdC varía de acuerdo a cómo maneja cada paciente la diabetes, e incluye cuánta actividad física hace y qué medicinas toma (RW8).

La cantidad de HdC en los alimentos se mide en gramos. Para contar los gramos de HdC en los alimentos, es necesario (RW8):

- Saber qué alimentos contienen HdC.
- Leer la etiqueta de contenido nutricional, o aprender a calcular la cantidad de gramos de carbohidratos en los alimentos que consumen.
- Sumar los gramos de carbohidratos en cada alimento para obtener el total de carbohidratos en cada comida, y para el total diario.

La mayoría de los carbohidratos proviene de los almidones, las frutas, la leche y los dulces. Es aconsejable limitar los HdC que tienen azúcares añadidos o cereales refinados, como el pan blanco y el arroz blanco. En lugar de ellos deben consumir los HdC de las frutas, verduras, cereales enteros, leguminosas y leche desnatada o baja en grasa (RW8).

6.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA EN LA DM

El control calórico de la dieta persigue conseguir o mantener un peso corporal ideal o razonable, entendiendo por razonable un peso que pueda ser mantenido a largo plazo por un determinado individuo. El cálculo de las necesidades energéticas según el objetivo de peso, la estimación de la ingesta energética y la valoración de la actividad física que se realiza de modo habitual, ayudará a establecer las estrategias más adecuadas para cada uno de los pacientes (10).

En los pacientes diabéticos que presentan bajo peso deberá incrementarse el aporte calórico mientras que en los que presentan normopeso, únicamente habrá que realizar modificaciones en el contenido calórico en situaciones específicas que puedan requerir un aumento o disminución del aporte

energético (10). En cambio, existe una reducción de la esperanza de vida en pacientes con DM y sobrepeso, mejorando esta con la pérdida de peso y normalizándose al alcanzar un IMC < 25 kg/m² (12).

Las recomendaciones sobre la densidad de la dieta en macronutrientes y micronutrientes para los individuos con DM son semejantes a las de la dieta saludable para la población general (10).

En el figura 4 se especifica el porcentaje de macronutrientes aconsejados y su cobertura por los distintos grupos de alimentos. El grupo cuyo porcentaje debe ser mayor en nuestra dieta son los HdC, y dentro de este deben ser prioritarias las harinas y las legumbres. El siguiente grupo con mayor porcentaje son las grasas, entre las que deben predominar las AGM, como el aceite de oliva. Y el último grupo serán las proteínas, cuya mayor fuente serán la carne y el pescado.

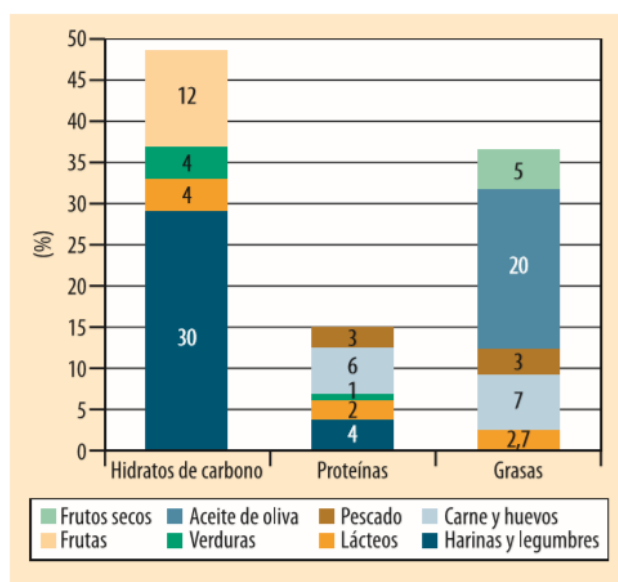


Figura 4. Distribución de los nutrientes en la dieta y porcentaje por grupos de alimentos que los cubren. Fuente: Gabaldón y Montesinos.

En la figura 5 se muestra la guía pirámide recomendada para la población española. En ella se puede observar la recomendación de la ingesta de alimentos de manera ocasional y diaria. Se recomienda ingerir ocasionalmente bollería, caramelos, mantequilla y embutidos, pero es preferible evitarlos. Y de manera diaria se recomiendan distintos grupos de alimentos en mayor y en menor cantidad. La base de la pirámide y, por lo tanto, el mayor porcentaje de nuestra dieta deben ser los cereales, seguidos de frutas, verduras y aceite de oliva; el siguiente grupo serían los lácteos y sus derivados; y por último, el pescado, los huevos y la carne. También contiene recomendaciones de consumo de vino y cerveza, de agua y de realización de actividad física.

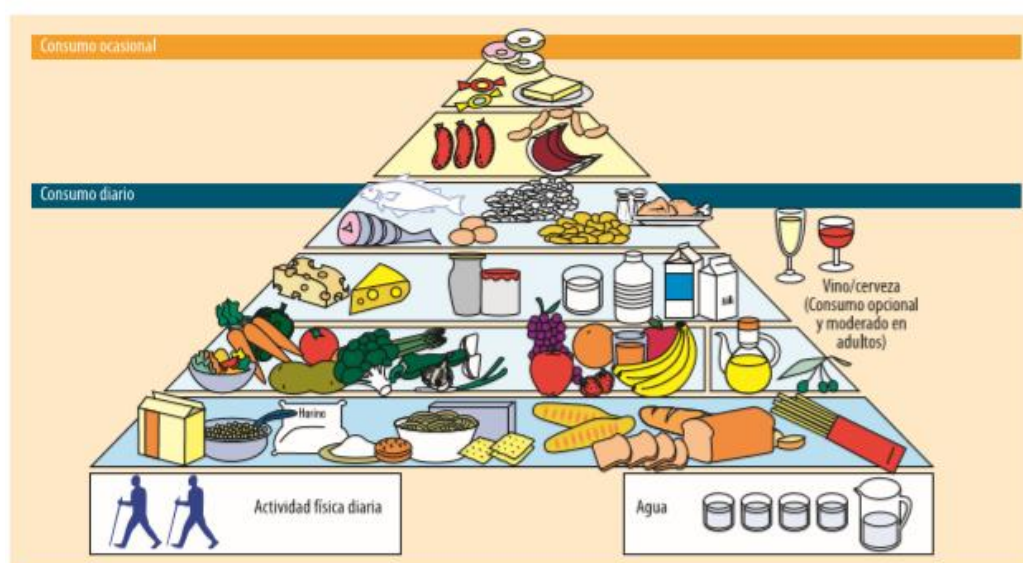


Figura 5. Guía pirámide para la población española adulta sana. Fuente: Gabaldón y Montesinos.

Finalmente en la tabla 2 se muestra un resumen de las recomendaciones para la población diabética ofrecidas por varias instituciones españolas y extranjeras. En la tabla se pueden observar ligeras variaciones pero, en líneas generales, las recomendaciones de todas ellas son bastante similares.

Tabla 2. Recomendaciones nutricionales para la población diabética. Fuente: Avances en diabetología.

	ADA EEUU	EASD España	SED España	SENC España
Peso	Normopeso o pérdida 5 – 7%		Normopeso o pérdida 5 – 10%	IMC < 25
Actividad física	↑	↑	↑	Andar ≥ 30 min/día
Proteínas	15 – 20%	10 – 20% ICT 0'7 – 0'9 g/kg/día	10 – 20% ICT	10 – 20% ICT
HdC	HdC + GM 60 – 70%	50 – 60 % HdC + GM 60 – 70%	HdC + grasa total 80 – 90%	50 – 55%
Bajo índice glucémico	No	Sí	Sí, con dudas	
Azúcar	No lo restringe	<10% ICT	Individualizar	Frecuencia/día < 4
Fibra	20 – 35 g/día	Alimentos ricos en fibra soluble	20 – 35 g/día	>25 g/día

Grasa total (% energía)	Individualizar	25 – 35% ICT	HdC + grasa total 80 – 90%	30 – 35%
Grasa saturada	< 10% ICT	< 10% ICT	< 10% ICT	7 – 8%
Grasa poliinsaturada	10% ICT	≤ 10% ICT	≤ 10% ICT	5%
Grasa monoinsaturada	HdC + GM 60 – 70%	HdC + GM 60 – 70%	>20% ICT >50 g/día aceite de oliva	15 – 20 % 30 – 50 g/día
Colesterol	≤ 300 mg/día	≤ 300 mg/día	≤ 300 mg/día	< 300 mg/día
AG omega – 3	Pescado ≥ 2 veces/semana	Pescado y vegetales ≥ 1 vez/semana	No restringir pescado	Pescado >3 veces/semana
Alcohol	1 bebida día (M) 1 – 2 vasos vino/día (H)	< 15 g/día (M) < 30 g/día (H)	20 g/día (M) <30 g/día (H)	<2 vasos vino/día
Sodio	< 3 g/día	< 6 g/día	< 3 g/día	< 6 g/día
Hipertensión	Sodio 2 – 4 g/día No alcohol Reducir peso	Sodio 2 – 4 g/día Limitar alcohol No fumar	Sodio 2 – 4 g/día	
Nefropatía	Restringir proteínas 0'8 g/kg/día	Restringir proteínas 0'8 g/kg/día	Restringir proteínas 0'8 g/kg/día	Restringir proteínas 0'8 g/kg/día

EASD: European Association for the Study of Diabetes; SED: Sociedad Española de Diabetes; SENC: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria; ICT: ingestión calórica total; GM: grasas monoinsaturadas; M: mujeres; H: hombres.

HIDRATOS DE CARBONO

En relación con la alimentación, los HdC son fundamentales en el control de la glucemia, ya que determinan hasta un 50% la variabilidad en la respuesta glucémica. La cantidad, así como el tipo de HdC, determinan el 90% de la respuesta glucémica postprandial. La elección del tipo de HdC puede ser una alternativa en el mantenimiento de la glucemia en diabéticos (11).

Los HdC poseen importantes efectos fisiológicos, como por ejemplo: son la fuente energética de elección y ejercen efectos sobre la saciedad, el vaciado gástrico, la glucemia y la insulinemia, la glucosilación proteica, el metabolismo de otros macronutrientes, la deshidroxilación de los ácidos biliares, los movimientos peristálticos del intestino y la fermentación colónica, entre otros (10).

Las fuentes principales de HdC son los cereales, preferentemente integrales, las legumbres, los

tubérculos, las verduras, las hortalizas y las frutas. Estos alimentos aportan una densidad calórica moderada o baja, contribuyen a alcanzar un reparto de macronutrientes y de energía adecuado para la promoción de la salud a largo plazo, y aseguran un consumo suficiente de otros micronutrientes, así como fibra dietética. La proporción de HdC recomendada en la dieta podrá oscilar entre el 50 y el 60% del valor energético total y en relación con el porcentaje de AGM que se quiera instaurar (10).

El índice glucémico (IG) se introdujo para describir el grado en que los diferentes alimentos provocan diversos niveles de glucosa postprandial en sangre. El IG se define como el área bajo la curva incremental tras 2 horas en respuesta de la glucosa sanguínea después de consumir un alimento de prueba en comparación con el área correspondiente después de una cantidad de hidratos de carbono, equivalente a un alimento de referencia (11).

La carga glucémica (CG), es un concepto que resume tanto el IG como el contenido de HdC en el alimento y se considera que representa los efectos glucémico de un alimento. El IG de un alimento será directamente proporcional a la velocidad de digestión, es decir, mientras mayor es la velocidad de digestión de un determinado alimento mayor será el IG (11).

En consecuencia, la respuesta glucémica de un alimento puede variar por diferentes factores, siendo el más importante el tipo de HdC. Los cereales y tubérculos han sido considerados como las principales fuentes de HdC en la dieta. Ellos no solamente son ricos en almidón, también contienen vitaminas, minerales, fitoestrógenos y oligoelementos (11).

El IG no se corresponde con la clasificación tradicional de los HdC como simples y complejos, si bien clínicamente el factor más relevante de la respuesta glucémica es la cantidad total de HdC. En este sentido, la monitorización de los gramos totales de HdC, tanto si se emplea el recuento como la dieta de intercambios, sigue siendo la estrategia principal para lograr el control glucémico (10).

De la distribución de los HdC, al menos el 66 % deben ser de lenta absorción, como vegetales, cereales y leguminosas. Estos HdC no dan lugar a elevaciones bruscas de la glucemia después de su ingestión. Los HdC simples de rápida absorción deberán restringirse (13).

Muchos factores influyen en la respuesta corporal a un alimento particular, incluida la cantidad, el tipo de grasas y fibra en la comida, la dosis y el tipo de las medicinas utilizadas y la función del tracto digestivo (13).

En los pacientes con DM tipo 2 tratados únicamente con dieta y/o con fármacos antidiabéticos se suele aconsejar la distribución de los HdC en 5-6 tomas para reducir el incremento de la glucemia postprandial (10). Sin embargo, en la mayoría de estos pacientes, la principal alteración es la

hiperglucemia de ayuno y, por otra parte, el principal componente de la glucemia postprandial es la glucemia preprandial previa (10).

En estas circunstancias, los suplementos a media mañana, media tarde y antes de acostarse deberían ser raciones pequeñas y con cantidades bajas de HdC para minimizar el incremento de las glucemias de ayunas y las preprandiales (10).

No obstante, en ausencia de datos concluyentes sobre las ventajas de la división en tres o más tomas diarias, la distribución debería basarse en el perfil glucémico y los hábitos del paciente (10).

PROTEÍNAS

El aporte recomendado en diabéticos es de 0'8 a 1 g/kg de peso o bien del 10 al 20% del aporte calórico total diario, utilizando la proteína tanto de origen animal como vegetal (10).

No existen datos que apoyen que las raciones necesarias de proteína en sujetos con diabetes no complicada varíen respecto a las recomendadas en individuos sanos (12).

Las fuentes de proteínas animales recomendadas son las carnes magras, como el pollo, el pavo, el conejo o partes de otros animales con menor contenido en grasa; pescados blancos y azules; huevos, y lácteos semidesnatados o desnatados. Un pequeño porcentaje de las proteínas procederán de alimentos vegetales, cereales y legumbres. Sin embargo, en los pacientes adultos con nefropatía se propone disminuir el aporte de proteínas a 0'8 g/kg/día para disminuir la progresión de la enfermedad (10).

Se sugiere sustituir parte de la proteína de la dieta por soja, ya que su consumo disminuye la albuminuria, tiene un efecto protector en la función renal y promueve la disminución de los lípidos séricos, el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y la oxidación de las LDL (14).

LÍPIDOS

El porcentaje de grasa en la dieta dependerá de los objetivos concretos para cada paciente en relación con el peso, el control glucémico y las alteraciones lipídicas. En los pacientes con normopeso y un perfil lipídico normal, las grasas deben aportar entre un 30 y un 35% de las calorías totales. La ingesta recomendada de colesterol debe ser inferior a 300 mg/día o menor de 100 mg/1.000 kcal (kilocalorías)/día (10).

Las recomendaciones actuales fijan la ingesta de ácidos grasos saturados (AGS) entre el 7 y el 10% de las calorías totales. Estos ácidos grasos predominan en las grasas animales y en las procedentes del

coco y la palma, así como en alimentos procesados industrialmente. En personas con colesterol LDL superior a 100 mg/dL se propone que el aporte de AGS sea inferior al 7% y la ingesta de colesterol dietético sea inferior a 200 mg/día (10).

La cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (AGM) recomendada para la población diabética en España es un 20% de la ingesta calórica total, ya que mejoran el perfil lipídico al disminuir los valores plasmáticos de TG e incrementar el colesterol HDL, mejoran la glucemia postprandial y no incrementan el peso si sustituyen a otra fuente de energía. La fuente principal de AGM es el aceite de oliva, aunque estos AG también predominan en algunos frutos secos (10).

En relación con la ingestión de ácidos grasos poliinsaturados (AGP), la recomendación es <10% del aporte calórico total. Los AGP omega-3 disminuyen las concentraciones de TG en pacientes hipertriglicéridémicos. Además, estos ácidos grasos afectan al metabolismo plaquetario y tienen propiedades antitrombóticas. En pacientes con DM tipo 2 e hiperlipidemia, se aconseja incrementar el consumo de AGP omega-3 mediante la ingestión de pescado (10).

Se recomienda reducir al mínimo posible la ingestión de grasas trans, ya que producen un aumento del colesterol total y el colesterol LDL. Estos AG están presentes en margarinas y alimentos de elaboración industrial (10).

Los últimos estudios sugieren que una dieta con una cantidad moderada de grasa mejora la lipemia en la misma forma, o quizá mayor, que la restricción de grasas, a condición de que la grasa adicional sea predominantemente compuesta AGM (12).

FIBRA DIETÉTICA

El consumo de fibra, además de los efectos beneficiosos sobre la prevención y el tratamiento del estreñimiento y la posible prevención del cáncer de colon, en cantidades superiores a 20 g/día reduce las concentraciones de colesterol total y colesterol LDL en individuos diabéticos y no diabéticos (10).

Las recomendaciones para la ingesta de fibra vegetal en diabéticos son semejantes a las que se hacen para el público en general, 20 a 35 g de fibra vegetal/día o 10-15g por cada 1.000 kcal ingeridas (10).

Los alimentos más recomendados son los granos enteros, especialmente avena, pan, pastas y arroz integral, leguminosas, nueces, frutas y vegetales. Satisfacer la ingestión dietética recomendada de fibra es importante porque con sólo consumir de 25 a 30 g de fibra al día se promueve la disminución de peso, masa grasa, circunferencia de cintura, TG en sangre y resistencia a la insulina; también disminuye la glucosa postprandial de dos horas. Las ventajas se conservan siempre y cuando se

satisfaga el aporte de HdC recomendado (14).

Una dieta alta en fibra mejora el control de la glucemia. Diversos estudios han sugerido que el aumento de la ingestión de fibra dietética soluble puede producir disminución de la glucemia y glucosuria, junto con la reducción de las necesidades de insulina. Dentro de las fuentes de fibra soluble están las frutas, las leguminosas, la avena, las judías, las lentejas y los vegetales. Se recomienda consumir diariamente de 35 a 40 g de fibra soluble. (13).

VITAMINAS Y MINERALES

Las recomendaciones para estos nutrientes no difieren de las realizadas para la población sana. Una alimentación equilibrada en nutrientes, variada en alimentos y ajustada en energía garantizará la cobertura de las vitaminas y los minerales.

Los estudios realizados no muestran evidencia sobre el beneficio de suplementar la dieta de los pacientes diabéticos con vitaminas y minerales. Por tanto, la suplementación se indicará en situaciones fisiológicas de riesgo nutricional y en pacientes con dietas restrictivas o dietas hipocalóricas mantenidas durante periodos prolongados (10).

Sin embargo, hay algún caso en el que la suplementación o reducción de algún mineral sí que están recomendadas.

En el caso del sodio (Na), las personas difieren en su sensibilidad al sodio y a su efecto en la presión arterial. Como no es práctica la medida de la sensibilidad a la sal, las recomendaciones sobre su ingesta son las mismas que para la población general (12). Los aportes máximos recomendados varían entre 2,4 y 3 g/día. Las personas con hipertensión arterial (HTA) deben consumir menos de 2,4 g/día y aquellas con nefropatía e HTA < 2 g/día (12).

Con respecto al magnesio (Mg) la DM es una de las enfermedades crónicas más frecuentemente asociada a la deficiencia de magnesio. Esta deficiencia puede estar relacionada con el defecto tubular renal que puede aparecer en la DM, que junto a la diuresis osmótica producen una importante pérdida de magnesio (12).

La hipomagnesemia ocurre en un 25-38% de los pacientes con DM, habiéndose sugerido una asociación entre pérdida de magnesio, resistencia insulínica y disminución de la secreción de insulina. La suplementación con dosis < 45 mmol/día de magnesio parece eficaz y segura.

Sólo está indicado valorar niveles de magnesio en pacientes con alto riesgo de deficiencia de dicho mineral (12).

Respecto al zinc (Zn), los pacientes con DM tienen alterado el nivel del zinc, con baja cinquemia, e incremento de la excreción urinaria del mismo. Los niveles de zinc deben determinarse y suplementarse en caso de déficit, siendo necesarios niveles de zinc constantes para mantener una secreción de insulina normal (12).

Es aconsejable monitorizar los niveles de vitaminas y minerales cada dos o tres años y hacer encuestas acerca de la dieta para detectar precozmente los posibles déficits, así como proporcionar consejos dietéticos para evitarlos (12).

ALCOHOL

La toma de cantidades moderadas de alcohol no está contraindicada en los diabéticos adultos que deseen hacerlo. Se considera consumo moderado la ingestión de una bebida o menos al día para las mujeres adultas y dos bebidas por día o menos para los hombres adultos, especialmente, cuando acompaña a las comidas (10).

Sin embargo, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones (10):

- Una bebida equivale a 250 mL de cerveza, 125 mL de vino o 40 mL de licores.
- El consumo de alcohol puede aumentar el riesgo de hipoglucemia en pacientes tratados con insulina o sulfonilureas, por el efecto inhibidor del alcohol en la gluconeogénesis.
- En pacientes con historia previa de pancreatitis, dislipemia, neuropatía u obesidad, debe desaconsejarse el consumo de alcohol.
- En caso de embarazo o alcoholismo, la prohibición es absoluta.

Para las personas con diabetes son válidas las mismas recomendaciones que se hacen para la población en general en cuanto al consumo de bebidas alcohólicas. El efecto del alcohol sobre las concentraciones de glucosa en la sangre no solo depende de la cantidad que se ingiere, sino también del consumo concomitante de alimentos. El alcohol ingerido en ayunas ocasiona hipoglucemia en individuos que utilizan insulina exógena o medicamentos hipoglucemiantes. El alcohol es una fuente de energía pero no puede convertirse en glucosa, es metabolizado de manera similar a los lípidos, por lo que también bloquea la gluconeogénesis. Estos factores contribuyen al desarrollo de hipoglucemias cuando se consume alcohol sin alimentos (11).

En la mayoría de las personas, la glucemia no es alterada por el consumo moderado de bebidas alcohólicas, si la diabetes está bien controlada. No debe omitirse la comida al consumir alcohol, por la posibilidad de hipoglucemia, ya que este no necesita de insulina para ser metabolizado. Los individuos con glucemia sin control, los que tienen incremento de TG y las embarazadas no deben consumir alcohol (12).

EDULCORANTES

El edulcorante natural por excelencia es el azúcar común. Cada gramo aporta 4 kcal. Se recomienda no sobrepasar el 10-15% del total de kcal diarias, al igual que en la población no diabética (10):

Edulcorantes nutritivos

No existe evidencia de que los alimentos endulzados con estos edulcorantes tengan alguna ventaja o desventaja sobre los alimentos endulzados con sacarosa o fructosa en la disminución de las calorías totales o en el contenido de HdC de la dieta, ni que mejoren el control general de la DM (14).

Los polioles, como el sorbitol, manitol o el xilitol, producen una respuesta glucémica más baja que la sacarosa y otros HdC. Son insolubles en agua y, por ello, a menudo se les combina con grasas aportando calorías semejantes a las que se busca reemplazar (12).

Aun cuando el valor calórico exacto de los alcoholes de azúcar varía, promedian 2 kcal/g comparado con 4 kcal/g de los otros HdC. Los polioles en cantidades excesivas pueden tener un efecto laxante. Las calorías y el contenido de HdC proveniente de todos los edulcorantes nutritivos deben contabilizarse en el plan de alimentación, ya que pueden afectar potencialmente las concentraciones de glucosa (14).

Sacarosa

La sacarosa produce un incremento de la glucemia postprandial similar al de la ingesta de pan, patata o arroz. Según estudios recientes, su consumo es poco relevante a efectos del control de la glucemia y de los lípidos, siempre que se contemple en el total de los HdC para el cálculo de las unidades de insulina que se han de administrar (10).

Fructosa

La fructosa aporta 4 kcal/g, como los otros HdC y, a pesar de que tiene una menor respuesta glucémica que la sacarosa y otros HdC, se ha señalado que grandes cantidades de fructosa tienen un efecto

negativo en los niveles de colesterol sanguíneo, colesterol LDL y TG. Sin embargo, no existe justificación para recomendar que los diabéticos no consuman la fructosa que está naturalmente en frutas y verduras y también en alimentos endulzados con ella (12).

Edulcorantes no nutritivos

La Food and Drug Administration (FDA) aprueba la sacarina, el aspartamo, el acesulfame potásico y la sucralosa para uso en Estados Unidos. Para todos los aditivos alimentarios que incluyen los edulcorantes no nutritivos, la FDA determina una ingestión diaria aceptable, la cual se define como la cantidad de aditivo alimentario que puede consumirse con seguridad diariamente a lo largo de la vida de una persona, sin ningún efecto adverso, e incluye un factor de seguridad de 100 veces (14).

6.1.3. ALIMENTACIÓN Y DM TIPO 1

La puntualidad y la constancia diarias en la hora y cantidad de alimento ingerido es importante para quienes reciben insulino terapia. Deben vigilar sus glucemias y ajustar la dosis de insulina sobre la base de la cantidad de alimentos que suelen consumir y que requieren (12).

La terapia intensiva con múltiples inyecciones de insulina o con bomba continua, así como el uso de insulina de acción rápida, dan al paciente mayor flexibilidad en el horario de la ingesta y el tipo de alimento (12).

Se debe educar al paciente en el ajuste de la dosis de insulina antes de ingerir los alimentos de modo que compensen las transgresiones de la dieta. Incluso con la terapia intensiva, la constancia y puntualidad en la ingesta de alimentos y un plan alimentario individualizado, facilitarán el mejor control de la glucemia (12).

6.1.4. ALIMENTACIÓN Y DM TIPO 2

El objetivo nutricional primario en sujetos con DM tipo 2 es reducir el riesgo cardiovascular alcanzando y conservando niveles de glucemia y lipemia normales. Para ello, es esencial aprender nuevas conductas y actitudes en cuanto al estilo de vida. Son importantes el ejercicio, la modificación conductual de los hábitos de alimentación y el apoyo psicológico (12).

En pacientes diabéticos obesos la restricción calórica y la pérdida de peso mejoran el control de la diabetes, incluso si no se alcanza el peso corporal deseable. La pérdida ponderal mejora la captación de glucosa, la sensibilidad a la insulina y normaliza la producción de glucosa por el hígado (12).

Se concede atención especial a la restricción calórica moderada adecuada y a los niveles de glucemia más que a la pérdida ponderal. Otras estrategias nutricionales que pueden ser útiles son la disminución de la ingesta de grasas, espaciamiento adecuado entre una comida y otra, y la distribución de la ingesta de nutrientes durante todo el día (12).

Con algunos individuos con obesidad refractaria, junto a las anteriores medidas puede ser eficaz la ingesta de nuevos fármacos (personas con $\text{IMC} > 27 \text{ kg/m}^2$ y otros factores de riesgo cardiovascular, personas con $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ sin otros factores de riesgo asociados). Cuando el IMC supera los 35 kg/m^2 la cirugía bariátrica puede resultar útil (12).

6.2. ACTIVIDAD FÍSICA

El término “actividad física” hace referencia a cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que tiene como resultado un gasto energético que se añade al metabolismo basal (15). En los últimos años se ha profundizado cada vez más en el estudio de la actividad física, tanto en los efectos saludables de su práctica habitual como en la relación que su ausencia mantiene con el desarrollo, mantenimiento y agravamiento de diversas enfermedades crónicas (15).

Existen cuatro componentes de la actividad física que son muy importantes para un correcto funcionamiento del organismo y que influyen en el mantenimiento de un buen estado de salud. Son la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza y la resistencia muscular, la flexibilidad y la composición corporal.

El primero es la resistencia cardiorrespiratoria o cardiovascular es decir, la capacidad que presenta nuestro organismo de soportar un esfuerzo durante un periodo de tiempo. Los beneficios de la práctica de ejercicios de resistencia cardiorrespiratoria son (16):

- Aumenta el tamaño y grosor del corazón.
- Aumenta el riego sanguíneo y la capacidad de transportar nutrientes y oxígeno.
- Mejora la capacidad pulmonar.
- Favorece el crecimiento del cuerpo, fortaleciendo los huesos y músculos.

- Mejora la coordinación de movimientos.
- Mejora la capacidad de soportar esfuerzos durante más tiempo.

El segundo componente lo forman la fuerza y la resistencia muscular. La fuerza es la capacidad que presentan nuestros músculos para oponerse a una resistencia y soportarla o vencerla. La resistencia muscular es la capacidad del músculo para mantener su contracción durante un periodo de tiempo prolongado. Entre los beneficios de desarrollar la fuerza y la resistencia muscular se encuentran (16):

- Aumento del grosor de los músculos.
- Fortalecimiento de los distintos tejidos, evitando ciertas lesiones.
- Mejora de la capacidad del músculo y posibilidad de realizar esfuerzos mayores.

El tercero es la flexibilidad, que es la cualidad que permite el máximo recorrido de las articulaciones en posiciones diversas, pudiendo el sujeto realizar acciones que requieren gran agilidad y destreza. Entre los beneficios que encontramos para nuestra salud con el desarrollo de la flexibilidad podemos destacar (16):

- Prevención de lesiones.
- Mejora de la amplitud de los movimientos de las articulaciones.
- Mejora de la circulación sanguínea.
- Reducción de la tensión de los músculos y aumento de su elasticidad.

El cuarto componente es la composición corporal, que es la relación existente entre la parte grasa y la parte magra. El estudio de la composición corporal es un aspecto importante para valorar el estado nutricional ya que permite cuantificar las reservas corporales del organismo, ayudándonos a la hora de tomar decisiones sobre la ingesta de nutrientes o sobre la propia actividad física, ya que juega un papel importante al controlar el gasto energético diario (16).

Teniendo en cuenta la definición que da la OMS del concepto salud-bienestar físico, psíquico y social, la actividad física no sólo aporta beneficios desde el punto de vista físico, sino también desde el psíquico y social (16).

La actividad física debe realizarse de acuerdo a las características del paciente, es decir, no se puede efectuar un ejercicio físico que suponga un sobreesfuerzo para el cual aún no se está preparado, ni tampoco es positivo que la realización de este tipo de actividad se convierta en una carga, ya que provocaría un abandono de dicha actividad (16).

La práctica continuada de actividades físicas aporta múltiples beneficios para nuestro organismo, actuando de forma saludable sobre los distintos aparatos o sistemas corporales (16):

- Aparato circulatorio: el músculo cardíaco se hace más grande y fuerte, mejoramos y aumentamos las células sanguíneas contribuyendo así a la mejora de la circulación y a la capacidad de transporte de oxígeno. Además, la circulación se ve favorecida como consecuencia de la eliminación de grasas en los conductos arteriales.
- Aparato respiratorio: aumenta el volumen de los pulmones y, como consecuencia, la cantidad de oxígeno captado para distribuir a las distintas células, a la vez que acelera la expulsión del CO₂ al exterior.
- Aparato locomotor: el ejercicio físico actúa de forma beneficiosa sobre músculos, huesos y articulaciones. Se produce un aumento de la masa muscular, las articulaciones se vuelven más flexibles y favorece una buena calcificación en los huesos potenciando su fortalecimiento.
- Sistema nervioso: favorece la autoestima y la imagen corporal con lo que ayuda en situaciones de depresión, de ansiedad y/o estrés, de una manera eficaz.

La práctica habitual de actividad física, una dieta equilibrada y la adquisición de otros hábitos saludables son muy eficaces para la prevención de enfermedades. También suelen aportar grandes beneficios para mejorar el estado de salud de personas enfermas.

Algunas de las enfermedades para las que está muy recomendada la actividad física son la obesidad, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes mellitus, el asma y las alergias, la osteoporosis, la artritis, los dolores de espalda, los trastornos de conducta alimentaria y el estrés.

Las relaciones entre la actividad física y la salud engloban un conjunto muy amplio y complejo de factores biológicos, personales y socioculturales. Dependiendo del énfasis y de la manera de entender cada uno de dichos factores pueden establecerse diferentes concepciones de las relaciones entre la actividad física y la salud (17).

La práctica de actividad física se considera como un medio empleado por la población general para mejorar la salud, entendida como ausencia de enfermedad. La función de la actividad física sería la de curar o prevenir la aparición de enfermedades, especialmente, aquellas que se asocian con el sedentarismo como obesidad, hipertensión arterial, etc. Esta concepción se basa en el hecho de que el gasto energético asociado a la actividad física puede provocar determinadas adaptaciones metabólicas que se consideran factores de protección frente a las enfermedades. La práctica de actividad física se justifica o se valora en la medida en que provoca dichas adaptaciones, es decir, en la medida en que

mejora o mantiene la condición física relacionada con la salud (17). Se plantea la existencia de determinadas formas ideales de actividad física relacionada con la salud que pueden prescribirse a todas las personas (17).

La actividad física, además de poder prevenir o colaborar en la cura de enfermedades, encierra potencialmente otros beneficios saludables que no se traducen en adaptaciones orgánicas, sino que se relacionan con la actitud o la salud mental de la población. La práctica de actividad física permite entrar en contacto con uno mismo, conocer a otras personas o, simplemente, disfrutar ‘porque sí’ de la práctica de las actividades (17).

Diversas investigaciones confirman que la actividad física protege del riesgo de padecer diversas enfermedades, así como de la obesidad.

La asociación directa entre el sedentarismo y la incidencia de diabetes mellitus es también consistente y reviste una gran importancia para la salud pública (15).

Entre los efectos beneficiosos de la actividad física se encuentran la reducción de la incidencia y prevalencia de osteoporosis, disminuyendo el riesgo de caídas y fracturas, así como un menor riesgo de trastornos depresivos y de ansiedad. El amplio análisis epidemiológico de la actividad física ha alcanzado conclusiones muy uniformes acerca de los beneficios de su práctica regular.

A pesar de ello, la prevalencia de estilos de vida sedentarios sigue aumentando, por lo que son necesarias intervenciones de promoción de la actividad física que permitan alcanzar el objetivo de realizar al menos 30 min de actividad física de intensidad moderada todos los días de la semana.

6.2.1. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIABETES MELLITUS

El ejercicio físico es, junto con la dietoterapia, la educación diabetológica y el empleo de fármacos, uno de los pilares fundamentales en el tratamiento de la DM.

Se recomiendan los ejercicios aerobios en pacientes de DM, aunque el uso de ejercicios de resistencia con pequeñas cargas no está contraindicado en los diabéticos cuyos niveles glucémicos sean estables. Su práctica de manera regular aporta múltiples beneficios al paciente con diabetes, entre los que se destaca la mejora del control metabólico, así como el retraso en la aparición de enfermedades cardiovasculares, la mejoría en el bienestar y la calidad de vida, mejora el control de la glucosa sanguínea, reducción de los factores de riesgo cardiovascular, contribución a la pérdida de peso, aumento de la sensibilidad a la insulina y sensación de bienestar general (18). Además, en los no diabéticos o en personas que puedan encontrarse en riesgo de padecer DM, puede ayudar a prevenir la

enfermedad. El ejercicio no está exento de riesgos, en particular en aquellos pacientes con complicaciones, siendo la hipoglucemia el problema observado con mayor frecuencia. En diabéticos descompensados, la actividad física está contraindicada porque empeora el estado metabólico.

El ejercicio presenta dos fases en los efectos sobre la captación de glucosa: una inmediata y una tardía. En el efecto inmediato (Figura 6) (27) puede observarse un aumento en la captación de la glucosa, ya que se activan vías que inducen la translocación de los transportadores GLUT-4 hacia la membrana plasmática por mecanismos diferentes a los mediados por insulina. Durante el ejercicio se requiere un aumento en el aporte de glucosa en el músculo esquelético. Una vez que el ejercicio cesa, inmediatamente disminuye la glucólisis, mientras que el transporte de glucosa aún permanece elevado debido a que el número de transportadores GLUT-4 y el flujo sanguíneo se encuentran también aumentados. El aumento en el flujo sanguíneo constituye un elemento muy importante y es el responsable del incremento de la captación de glucosa en el músculo. Por tanto, los beneficios metabólicos serán mayores cuando se realice cualquier ejercicio que aumente el flujo sanguíneo, como es el caso del ejercicio aeróbico. El flujo sanguíneo disminuye aproximadamente en un período de 15 a 45 min, dependiendo de la cantidad de ejercicio realizado (19).

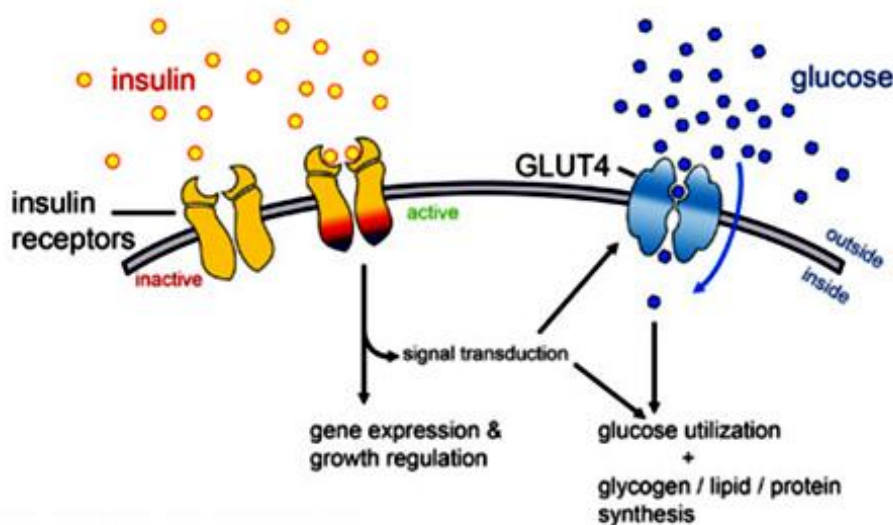


Figura 6. Fase inmediata de la captación de glucosa durante el ejercicio.

La fase tardía del ejercicio también estimula la captación de glucosa, pero lo hace aumentando la sensibilidad a la insulina (Figura 7), o sea, aumentando la captación de glucosa estimulada por insulina. Este efecto prolongado es el que es de especial importancia en el caso del paciente con DM tipo 2. Los mecanismos involucrados pueden estar asociados con la disminución de glucógeno producida por el ejercicio y la necesidad de reponerlo (19).



Figura 7. Inducción de la captación mediada por insulina. En células musculares y en tejido adiposo la captación de glucosa es mediada por transportadores GLUT4, que responden a insulina. La insulina desencadena una serie de fosforilaciones que dan como resultado la translocación de vesículas que contienen GLUT4. En los pacientes con DM tipo 2 se han encontrado defectos en esta vía de señalización y en otras vías metabólicas.

El motivo por el que los ejercicios aerobios son los más recomendados en pacientes con DM es porque incrementan la sensibilidad a la insulina y el consumo de glucosa muscular y hepática e influyen favorablemente sobre el control metabólico. Se debe tener en cuenta que la indicación tanto del tipo de ejercicio, como la intensidad y su duración, debe ser personalizada con el propósito de evitar posibles riesgos (18).

Los niveles más altos de intensidad del ejercicio físico se asocian con mejoras mayores en la reducción de los niveles de HbA1c y en la adaptabilidad a este. Tanto el ejercicio de resistencia como el aerobio son capaces de mejorar la sensibilidad a la insulina, así como otros aspectos de vital importancia para el individuo con DM (18).

Múltiples estudios epidemiológicos observacionales han demostrado una relación directa entre los estilos de vida sedentarios y la incidencia de DM. Más importante todavía es el hecho de que ensayos aleatorizados recientes han confirmado la protección que supone la realización de actividad física frente a dicha enfermedad (15). Por otra parte, junto a una dieta adaptada a cada paciente, la actividad

física es un requisito básico para llegar a un buen control metabólico y glucémico en los pacientes diabéticos. Para ello, no son necesarias grandes cantidades de actividad, sino que el efecto beneficioso se obtiene a través de un ejercicio regular, aunque sea de baja intensidad.

Durante la actividad física, el organismo aumenta el consumo de oxígeno de manera considerable, lo que es todavía mayor en los músculos en funcionamiento. Bajo estas condiciones, el músculo esquelético utiliza sus propias reservas de glucógeno, triglicéridos, y también de los ácidos grasos libres y la glucosa liberada por el hígado (18). Los niveles de glucosa en sangre son mantenidos de modo adecuado durante la actividad física para conservar la función del sistema nervioso central, ya que los ajustes metabólicos que aseguran un nivel adecuado de la glucosa durante la actividad física están controlados hormonalmente. Una disminución de la insulinemia y la presencia de glucagón plasmático parecen ser las principales causas para el incremento en la producción hepática de glucosa con la actividad física. Durante el ejercicio prolongado, los incrementos en los niveles de glucagón y catecolaminas plasmáticas parecen desempeñar un papel crucial (18).

Los efectos beneficiosos de la actividad física sobre la sensibilidad a la insulina parecen ser el resultado final de la suma de los efectos específicos sobre el contenido de los receptores GLUT 4, la capacidad oxidativa y la densidad capilar del músculo esquelético (18).

Beneficios del ejercicio físico en el diabético

Algunos de los beneficios del ejercicio físico aerobio y de resistencia en personas con DM son (6, 13, 18):

- Mejoría de la sensibilidad a la insulina, lo que disminuye la insulinemia basal y postprandial.
- Aumento de la utilización de glucosa por el músculo, contribuyendo a evitar la hiperglucemia.
- Reducción de las necesidades diarias de insulina o de las dosis de hipoglucemiantes o normoglucemiantes orales.
- Mejoría en los estados de hipercoagulabilidad y las alteraciones de la fibrinólisis.
- Mejoría de la respuesta anormal de las catecolaminas al estrés.
- Aumento del gasto energético y de la pérdida de grasa, que contribuye a controlar el peso corporal y evita la obesidad.
- Mejoría en general de la presión arterial y función cardíaca.

- Contribución a mejorar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad y a disminuir los niveles de colesterol total y de los triglicéridos.
- Reducción de la incidencia de enfermedades cardíacas, de la posibilidad de sufrir un accidente cerebrovascular y de algunos tipos de cáncer.
- Disminución de la osteoporosis.
- Preservación del contenido corporal de la masa magra, aumento de la masa muscular y de la capacidad para el trabajo.
- Aumento de la elasticidad corporal.
- Contribución a mejorar la imagen corporal.
- Mejoría de la sensación de bienestar y la calidad de vida.
- Evita la ansiedad, la depresión y el estrés.
- Reducción a largo plazo del riesgo de complicaciones de la DM.

El ejercicio físico es una parte importante de cualquier plan para tratamiento de la DM, y hay gran variedad de tipos de ejercicios físicos beneficiosos para estos pacientes; desde pasear al perro o montar en bicicleta, hasta practicar deportes de equipo. Como sucede con cualquier aspecto de un estilo de vida saludable nuevo que queramos incorporar a nuestros hábitos, el ejercicio físico tal vez sea difícil de introducir, pero experimentar sus beneficios puede ayudar a continuar.

Riesgos del ejercicio físico en el diabético

Existen aspectos con los que los pacientes con DM deben tener cuidado al realizar cualquier tipo de actividad física.

En personas que usan insulina, la actividad física puede causar hipoglucemia, si la dosis de medicación o el consumo de carbohidratos no es el adecuado. En estos casos se debe prescribir la ingesta de carbohidratos de absorción rápida antes de la realización de cualquier ejercicio, si los niveles de glucemia son < 100 mg/dL.

Existen enfermedades derivadas de la DM, sobre todo de la tipo 2, en las que hay que tener especial cuidado al realizar ejercicio físico, habiendo incluso casos en los que está completamente desaconsejado.

En las personas con DM no se recomienda la práctica de ejercicios de alto riesgo donde el paciente no pueda recibir auxilio de inmediato (18). Tampoco se debe indicar la realización de ejercicios físicos en aquellos pacientes que presenten un mal control de su DM, porque el ejercicio empeora el estado metabólico, como se ha señalado anteriormente (18).

A los pacientes diabéticos de alto riesgo se les debe permitir comenzar con períodos cortos de ejercicio de baja intensidad y, a continuación, ir incrementando la intensidad y la duración de modo lento y de manera progresiva (18).

Hipoglucemias e hiperglucemias durante el ejercicio

Cuando las personas con diabetes hacen ejercicio físico, el nivel de azúcar en sangre puede bajar, hipoglucemia, o subir, hiperglucemia. La hipoglucemia es el factor limitante principal en el control de la glucemia del diabético tipo 1 y tipo 2 tratado con insulina. Esta puede ocurrir durante la actividad física, inmediatamente después, o muchas horas después de su realización, y puede ser evitada (18).

Los signos de baja concentración de azúcar en la sangre incluyen sudoración, aturdimiento, temblores, debilidad, ansiedad, hambre, dolor de cabeza, problemas de concentración y confusión. En los casos más graves puede producirse un desmayo o convulsiones (20).

Los insulín dependientes deben medir su glucosa sanguínea capilar antes y después de la realización de una sesión de ejercicio, al menos, hasta que se conozca su respuesta glucémica a la actividad habitual. Si se va a realizar un entrenamiento largo, se debe controlar el nivel de azúcar en la sangre cada 30 minutos, lo que permite saber si el nivel de azúcar en la sangre está estable, subiendo o bajando, y si es seguro seguir haciendo ejercicio (RW9).

Para aquellos que presentan una tendencia a la hipoglucemia durante o después del ejercicio se pueden aplicar varias estrategias, entre las que se pueden señalar la reducción de las dosis de insulina, el consumo de porciones extras de carbohidratos de absorción rápida antes o durante los ejercicios prolongados, o la combinación de ambas estrategias (18).

La persona diabética que realiza ejercicio en un estado de buen control metabólico, normalmente, muestra una disminución gradual de la glucosa plasmática con el ejercicio prolongado, lo que puede producir de modo eventual una hipoglucemia sintomática. En esta situación, el consumo de glucosa por el músculo aumenta de forma adecuada, pero los niveles de azúcar en sangre se reducen, porque la ausencia de una disminución de la insulina plasmática inducida por el ejercicio inhibe la producción de glucosa hepática, así como la movilización de los ácidos grasos libres (AGL) desde las reservas de lípidos (18).

Varios factores determinan el grado de la disminución de la glucosa sanguínea y el riesgo de hipoglucemia. La caída de la glucosa en sangre se precipita más si el ejercicio se realiza en el momento de la acción pico de la insulina inyectada. Cuanto más tardío sea el ejercicio tras la inyección, es menos probable que este efecto ocurra. Además, en algunos pacientes se pueden producir bajos niveles de glucosa sanguínea hasta 15 a 31h después del ejercicio (18).

Tal vez se necesite controlar los niveles de azúcar en sangre y tomar un refrigerio adicional para evitar que la concentración de azúcar en sangre sea muy baja. O también es posible que el médico recomiende reducir la dosis de insulina para ayudar a prevenir una hipoglucemia (20).

Siguiendo las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) para un ejercicio de moderada intensidad, la ingesta adicional de 2 a 3 mg/kg/min de carbohidratos es suficiente. Para ejercicios de actividad intensa puede ser necesaria mayor cantidad de carbohidratos (18).

También es recomendable revisar el nivel de azúcar en la sangre en cuanto se termine de hacer ejercicio y varias veces durante las siguientes horas, ya que el ejercicio agota la reserva de glucógeno en músculos y el hígado. Esto provoca que al necesitar el cuerpo reconstruir estas reservas, se utilice el azúcar que se encuentra en la sangre, por lo que durante las siguientes horas aumenta el riesgo de hipoglucemia.

Por todo ello, existen una serie de medidas a tomar para prevenir la hipoglucemia en los diabéticos insulinotratados incluidos en un programa de ejercicio:

- Inyectar insulina en la región subcutánea abdominal.
- Disminuir la dosis de insulina antes del ejercicio, en dependencia de la duración y la intensidad de la sesión.
- Efectuar el plan de ejercicio de 3 a 4 h después de la inyección de insulina.
- Comprobar la glucosa en sangre antes de iniciar la sesión de ejercicio.
- Ingerir carbohidratos sencillos antes de comenzar, si su glucosa en sangre es < 120 mg/dL.
- Retrasar el comienzo de la sesión de ejercicio, si la glucosa sanguínea es < 80 mg/dL.
- Dejar de hacer ejercicio si el nivel de azúcar en la sangre es de 70 mg/dL o menor, o si se sienten temblores, debilidad o confusión.
- Suplementar con HdC simples, cada 30 min, durante el ejercicio de intensidad moderada o de

alta de intensidad.

- Comprobar la glucemia después de 30 min del ejercicio.
- Disminuir la insulina que se administra habitualmente después del ejercicio.

Es posible que también se deba tratar la concentración elevada de azúcar en sangre antes del ejercicio físico o después de este. Los músculos necesitan más energía durante el ejercicio físico y el cuerpo responde liberando más glucosa en la sangre. Si el cuerpo no tiene suficiente insulina para favorecer la captación de glucosa por parte de las células, el azúcar permanecerá en la sangre. Cuando esto ocurre, es posible que la persona orine más y esto le provoque una deshidratación, en especial, cuando pierde mucha más agua por la sudoración y la respiración durante el ejercicio físico. Otros signos de concentración elevada de azúcar en la sangre incluyen mucha sed, cansancio, debilidad y visión borrosa (20).

El ejercicio es beneficioso para la salud, pero al padecer diabetes es de vital importancia revisar el nivel de azúcar en la sangre antes, durante y después del ejercicio, para evitar tanto hipoglucemias como hiperglucemias.

Orientaciones generales para el ejercicio físico

Antes de comenzar un programa de entrenamiento las personas diabéticas deben tener la aprobación de un médico, el cual debe indicar el procedimiento para realizar la actividad física y el modo en que puede afectar a la glucemia. También debe orientar respecto a cuál es el mejor momento para hacer ejercicio e indicar el impacto potencial de los medicamentos en el nivel de glucemia (RW9).

Es importante que todo diabético que vaya a realizar cualquier tipo de ejercicio físico mantenga una adecuada hidratación, ya que los estados de deshidratación pueden afectar de manera negativa los niveles de la glucemia y función del corazón. Durante la actividad física, los líquidos deben ser administrados temprano y de modo frecuente, en una cantidad suficiente para compensar las pérdidas a través del sudor, lo que se refleja en la reducción del peso corporal (18).

Las personas con DM deben tener especial cuidado con el estado de sus pies para evitar el desarrollo de ampollas u otras lesiones, ya que para estos pacientes son un punto de riesgo. Los pies deben ser revisados de manera sistemática antes y después de la actividad física (18).

Una recomendación estándar para las personas con DM o sin ella, es que el programa de ejercicios incluya un período adecuado de calentamiento y enfriamiento. La sesión de calentamiento está dirigida a preparar de manera adecuada los músculos, el corazón y los pulmones, para el aumento progresivo

de la intensidad del ejercicio (18). El estiramiento muscular se concentrará en el grupo de músculos que van a ser utilizados en la sesión activa de ejercicios, aunque lo recomendable es realizarlo con todos los grupos musculares (18).

Algunos consejos generales sobre el ejercicio físico para personas con DM son (20):

- Ajustar los horarios de las mediciones del azúcar en la sangre: el médico programará los cambios necesarios en la frecuencia o el momento de hacer los análisis de sangre cuando se haga ejercicio físico.
- Usar la insulina en el horario adecuado: es posible que el médico recomiende ajustar la dosis de insulina para hacer ejercicio físico o deporte. Al inyectarse insulina, se debe tratar de evitar las inyecciones en la parte del cuerpo que más se use para el deporte que practique. Si se hace, la insulina podría absorberse más rápidamente e incrementar las probabilidades de una hipoglucemia.
- Comer bien: los dietistas–nutricionistas ayudan a ajustar el plan de alimentación de los pacientes para que tengan la energía adicional necesaria durante el ejercicio. Por ejemplo, tal vez se recomienden refrigerios adicionales antes, durante y después del ejercicio físico.
- Llevar refrigerios y agua: sin importar el tipo de ejercicio que se vaya a realizar. Si el nivel de glucemia disminuye, será útil recibir azúcar rápidamente. Beber agua, por otra parte, puede ayudar a prevenir la deshidratación.
- Informar a los entrenadores: si se practica deportes en equipo, es recomendable avisar a los entrenadores y compañeros de equipo acerca de la diabetes y darles instrucciones para que puedan responder si surgen problemas.

Para obtener los mejores beneficios para la salud, los expertos recomiendan, al menos, 200 minutos a la semana de actividad física repartidos entre todos los días de la semana, de intensidad moderada, preferiblemente ejercicios aerobios, tales como caminata rápida, hacer largos de natación o andar en bicicleta.

Para hacer ejercicio de manera segura y evitar posibles problemas, será necesario hacer un seguimiento del nivel de azúcar en la sangre antes, durante y después de la actividad física, que ayudará a conocer cómo responde el cuerpo al ejercicio. Si el paciente está tomando insulina u otros medicamentos que pueden causar hipoglucemia, es recomendable realizar prueba de azúcar en la sangre de 15 a 30 minutos antes de hacer ejercicio (RW9).

Es importante tener presente algunas directrices generales, útiles en la regulación de la respuesta de la glucemia a la actividad física, entre los que se pueden señalar (6, 18):

— Control metabólico antes del ejercicio:

- Si el nivel de azúcar en la sangre es inferior a 100 mg/dL, puede ser demasiado bajo para que hacer ejercicio sea seguro.
- Si el nivel está entre 100 y 250 mg/dL, para la mayoría de las personas, este es un nivel seguro de azúcar en la sangre antes de hacer ejercicio.
- Si el nivel es 250 mg/dL o más, ese estaría en una zona de precaución; el nivel de azúcar en la sangre puede estar demasiado alto para hacer ejercicio de manera segura. La presencia de cetonas indica que el cuerpo no tiene suficiente insulina para controlar el nivel de azúcar en la sangre. Si se realiza ejercicio cuando hay un nivel alto de cetonas, se corre el riesgo de padecer cetoacidosis, una complicación grave de la diabetes que necesita tratamiento inmediato. En lugar de hacer ejercicio de inmediato, se debe corregir primero los niveles altos de azúcar en la sangre y esperar hasta que la prueba de cetonas indique su ausencia en orina.

— Medir la glucosa sanguínea antes y después del ejercicio, incluso durante si se considera necesario:

- Identificar el momento que es necesario modificar la ingesta de alimentos o la dosis de insulina.
- Aprender cuál es la respuesta glucémica ante diferentes condiciones del ejercicio.

— Ingesta de alimentos:

- Consumir carbohidratos de absorción rápida cuando sea necesario para evitar sufrir una hipoglucemia.
- Disponibilidad de alimentos durante el ejercicio y al finalizar el mismo.

6.2.2. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIABETES MELLITUS TIPO 1

Las personas que padecen DM tipo 1 han perdido esencialmente las adaptaciones hormonales, lo que deriva en diversas consecuencias relacionadas con la actividad física, como son la hiperglucemia,

ocasionada por déficit de insulina o por liberación excesiva de hormonas contrainsulínicas durante la actividad física; y la hipoglucemia, provocada por altos niveles de insulina (18).

Los niveles de actividad física, el desempeño deportivo, competitivo y profesional, pueden ser realizados por personas con DM tipo 1 sin complicaciones y llevando un buen control de los niveles de glucemia.

La habilidad para ajustar el régimen terapéutico, tanto de insulina como de alimentación, permite una participación segura y un alto desempeño de la actividad física, lo que está directamente relacionado con el nivel de educación sobre diabetes que posea el paciente.

El control de la glucemia previa al ejercicio es una de las pautas a la que se le debe atribuir especial atención, ya que es importante conocer las recomendaciones dietéticas y las pautas de actuación con respecto a los problemas que pueden surgir durante el ejercicio en una persona diabética.

La mayoría de los estudios consultados sugiere que la práctica de actividad física a una intensidad moderada y con una duración de unos 200 minutos semanales, tanto en fuerza como en resistencia, proporciona una mejora sustancial en todos los valores estudiados. También se ha demostrado que la práctica de ejercicio físico de carácter intenso podría aportar otros beneficios, como evitar hipoglucemias en pacientes con DM tipo 1, con una duración de la actividad bastante menor. Mediante un ejercicio continuado, y de una intensidad moderada, se obtienen beneficios en distintas variables relacionadas con la DM tipo 1.

El efecto beneficioso de la actividad física en pacientes con diabetes se debe, fundamentalmente, al incremento de la sensibilidad a la insulina con un mayor consumo de glucosa por los músculos esqueléticos no dependientes de la insulina y, por tanto, serían los pacientes con DM tipo 1 los que teóricamente obtendrían mayores beneficios en el control glucémico al mejorar la sensibilidad a la insulina (21).

La mayoría de los estudios publicados evidencian que la práctica de actividad física afecta favorablemente al control metabólico de los pacientes con DM tipo 1, existiendo insuficiente información respecto al impacto de la actividad física sobre el desarrollo y la progresión de complicaciones crónicas. Es necesario disponer de un mayor número de estudios de intervención, aleatorizados y bien diseñados, que permitan clarificar aún más el papel de la actividad física en los pacientes con DM tipo 1 (21).

La falta de educación diabetológica en pacientes con DM tipo 1 puede suponer un problema, tanto en su día a día como en la práctica de ejercicio físico, ya que pueden no verse los resultados esperados y

provocar la renuncia a la práctica de ejercicio físico por parte del paciente. Pero sin duda, si se tienen en cuenta todos los aspectos con los que han de tener cuidado los pacientes con DM tipo 1 (Tabla 3), el ejercicio físico tiene efectos positivos sobre el mantenimiento de la glucemia en este tipo de diabetes, siempre y cuando el ejercicio sea principalmente aeróbico, se realice con continuidad y con una intensidad adecuada.

Tabla 3. Actitud para intensidades de ejercicio. Fuente: Gómez Ibáñez (UMH).

DURACIÓN DEL EJERCICIO	AJUSTE DE INSULINA ANTES DEL EJERCICIO	DIETA SEGÚN GLUCEMIA ANTES DEL EJERCICIO	PAUTAS TRAS EL EJERCICIO
< 15 minutos	No es necesario hacer cambios	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras
15 a 30 minutos	Reducir un 10% la insulina de acción corta si se hace 3 h después de la inyección	Si glucemia < 100 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras. Ajustar insulina según glucemias
31 a 445 minutos	Reducir un 20% la insulina de acción corta si se hace 3 h después de la inyección	Si glucemia < 100 mg/dL, 20 – 30 g de HdC extras	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras. Ajustar insulina según glucemias
46 a 60 minutos	Reducir un 30% la insulina de acción corta si se hace 3 h después de la inyección	Si glucemia < 100 mg/dL, 20 – 30 g de HdC extras y 10 – 15 g a intervalos de 20 minutos	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras. Ajustar insulina según glucemias
> 1 hora	Reducir el número total de unidades igual al 10% de la dosis total diaria en la dosis previa al ejercicio, en la de regular si el ejercicio se hace 1h después o en la NPH si se va a realizar 3h después	Si glucemia < 100 mg/dL, 20 – 30 g de HdC extras y 10 – 15 g a intervalos de 20 minutos. Monitorizar la glucemia cada hora	Si glucemia < 80 mg/dL, 10 – 15 g de HdC extras. Ajustar insulina según glucemias

Esta tabla es una guía de inicio. Las variaciones serán individuales y basadas en las autodeterminaciones del paciente. HdC: hidratos de carbono; NPH: insulina de acción inmediata.

La información disponible en la actualidad sugiere un efecto beneficioso de la actividad física sobre la salud general y sobre la DM tipo 1 en particular. Por ello que se considera adecuado estimular a los pacientes con esta enfermedad para que incorporen el deporte en sus hábitos diarios y que desarrollen estrategias para evitar los posibles efectos adversos.

Para personas con DM tipo 1, el énfasis debe estar dirigido a ajustar un régimen terapéutico que permita la participación segura de toda forma de actividad física, teniendo en consideración los deseos del individuo y las metas a alcanzar (18).

6.2.3. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIABETES MELLITUS TIPO 2

Existen preocupaciones similares a las de la DM tipo 1 en personas con DM tipo 2 tratadas con insulina. En personas con DM tipo 2, la actividad física puede mejorar la sensibilidad a la insulina y contribuir a disminuir los elevados niveles de glucosa en sangre a un rango normal, así como reducir el consumo de fármacos normoglucemiantes o hipoglucemiantes (18). Los tres pilares del tratamiento de la DM tipo 2 son el ejercicio, la dieta y los medicamentos en caso necesario.

Debido al incremento progresivo de la enfermedad a nivel mundial, con un elevado número de pacientes, la DM tipo 2, en la actualidad, es considerada un problema de salud pública, tanto por la numerosa población que la padece, como por las complicaciones que puede llegar a causar, ya sea por una inadecuada adherencia al tratamiento, o por la una adopción de estilos de vida poco saludables.

Existen suficientes pruebas y estudios que justifican la indicación del ejercicio físico, como una herramienta efectiva en la prevención y el tratamiento de la DM tipo 2. Se ha confirmado que la intervención a través de ejercicio físico es efectiva en reducir el índice de masa corporal (IMC), los niveles de HbA1c y el riesgo coronario en pacientes con DM tipo 2 (18).

En pacientes con DM tipo 2 la dieta y el ejercicio físico producen pérdida de peso, lo que favorece la reducción del uso de los hipoglucemiantes o los normoglucemiantes y de la insulina (18). Esta pérdida de peso es significativamente mayor que si el tratamiento incluye solo dieta y siempre que el ejercicio se realice de manera regular y no solo en ocasiones puntuales.

La obesidad y la inactividad física constituyen factores de riesgo modificables para DM tipo 2. El ejercicio incrementa la captación de glucosa a través de mecanismos independientes de insulina y también aumenta la sensibilidad a la insulina, por mecanismos que involucran directamente la reposición del glucógeno consumido durante el ejercicio (10). El entrenamiento físico provoca

múltiples adaptaciones en el músculo esquelético que contribuyen a incrementar la sensibilidad a la insulina, por lo tanto, debe ser considerado una parte importante, si no esencial, del tratamiento y prevención de la insensibilidad a la insulina y la DM tipo 2 (19).

La prescripción adecuada del ejercicio físico en el paciente diabético constituye un pilar fundamental en el manejo, tratamiento, control y pronóstico de la enfermedad, y tiene múltiples beneficios, no solo en el control glucémico, sino también en parámetros cardiovasculares, metabólicos, antropométricos, psicosociales, e incluso sobre la mortalidad. Múltiples estudios demuestran el beneficio del ejercicio regular en el control glucémico a largo plazo, realizando actividad física de 30 a 60 minutos, tres a cuatro veces por semana (23).

La actividad física en personas que padecen DM tipo 2 puede mejorar los indicadores metabólicos (Figura 8) y, con ello, alcanzar valores de glucemia dentro de los rangos esperados, en la mayoría de pacientes que realizan una rutina de actividad física (23).

Parámetro	Efecto
Cardiovascular	
Riesgo cardiovascular	↓
Capacidad aeróbica o nivel de "fitness"	↑ / ↔
Frecuencia cardíaca de reposo	↓
Doble producto	↓
Presión arterial	↓
Frecuencia cardíaca en cargas submáximas	↓
Vasodilatación dependiente del endotelio (Oxido Nítrico)	↑
Inflamación crónica	↓
Mortalidad cardiovascular y por todas las causas	↓
Lípidos y lipoproteínas	
HDL: Lipoproteína alta densidad	↑
LDL: Lipoproteína baja densidad	↓
VLDL Lipoproteína muy baja densidad	↓
Colesterol total	↓
Colesterol total/HDL	↓
Antropometría	
Peso	↓
Masa grasa	↓
Masa libre de grasa	↑ / ↔
Metabólicos	
Sensibilidad a la insulina	↑
Maquinaria metabólica de glucosa	↑
HBA1C	↓
Termogénesis posprandial	↑
Densidad ósea	↑
Psicosociales	
Autoconcepto y autocuidado	↑
Depresión	↓
Ansiedad	↓
Respuesta al estrés a estrés psicológico	↓
Calidad de vida	↑

Figura 8. Beneficios del ejercicio en paciente con DM tipo 2. Fuente: Márquez, Ramón y Márquez.

En los pacientes con DM tipo 2, la mejoría de la sensibilidad periférica a la insulina juega un papel clave en la disminución de la glucemia plasmática, por lo que es lógico suponer que la práctica de actividad física regular pueda afectar en una mejoría del control glucémico a largo plazo (21).

Durante los últimos años, se ha demostrado mediante estudios epidemiológicos que la inactividad física se encuentra asociada significativamente con la intolerancia a la glucosa, y que los pacientes con DM tipo 2 o con alteraciones en la tolerancia a la glucosa son menos activos físicamente que las personas no diabéticas (19).

Efectos ejercicio físico en pacientes con DM tipo 2

Las vías de estimulación de la captación de glucosa en el músculo se dan de diferentes maneras: en reposo y en la etapa postprandial, la captación de glucosa en el músculo depende de insulina y busca llenar los depósitos de glucógeno del músculo (23). Durante el ejercicio al contraerse el músculo, se incrementa la captación de glucosa, para favorecer la glucogenogénesis intramuscular.

Además, los efectos sobre la captación de glucosa y el aumento en la sensibilidad a la insulina son mayores cuando se realiza entrenamiento regular, que cuando se lleva a cabo una sola sesión de ejercicio (19).

Desde el punto de vista metabólico, diferenciamos entre el ejercicio anaeróbico y el aeróbico. El primero se caracteriza por ser de gran intensidad, poca duración y favorecer la formación de ácido láctico; mientras el ejercicio aeróbico, es de intensidad moderada y duración variable y favorece la utilización de ácidos grasos como combustible (19). La intensidad del ejercicio se relaciona directamente con el consumo máximo de oxígeno, el cual indica la capacidad cuantitativa de un individuo para transferir la energía de forma aerobia. Por estos aspectos, los efectos metabólicos producidos por el ejercicio varían según la duración, la frecuencia, la intensidad y el grupo de músculos ejercitados (19).

Se considera que el ejercicio aeróbico es el tipo de ejercicio más adecuado para mejorar la sensibilidad a la insulina, ya que los efectos metabólicos de este tipo de ejercicio se pueden resumir en los siguientes: reducción del riesgo coronario de enfermedad cardíaca, disminución de la presión arterial, incremento de la capacidad cardíaca, mejoría del tono, la fuerza y la elasticidad muscular, reducción del riesgo de osteoporosis, retraso del envejecimiento, control y reducción del peso y el porcentaje de grasa corporal, disminución de los niveles de lípidos, aumento del flujo sanguíneo, aumento de la densidad capilar, disminución de la síntesis de ácidos grasos, mejoría del metabolismo de los azúcares, incremento de la sensibilidad a la insulina y prevención de las complicaciones de la DM tipo 2 (19).

Los ejercicios más recomendados son la caminata, el ciclismo y la natación, de los cuales la caminata es el ejercicio que brinda las mayores facilidades para realizarse y la mayor probabilidad de que el paciente diabético no abandone el programa (19).

El efecto de una sesión de actividad física aeróbica sobre la sensibilidad a la insulina se mantiene entre 24 y 72 horas dependiendo de la intensidad y la duración de la actividad. Debido a que la duración del incremento de la sensibilidad a la insulina generalmente no va más allá de las 72 horas, se recomienda que no haya más de 2 días consecutivos sin actividad física aeróbica, es decir, que se realice con una frecuencia mínima de 3 veces por semana (24).

En cuanto a las fuentes de energía durante el ejercicio, se considera que si el tiempo de ejercicio se mantiene durante cinco minutos, se utiliza el glucógeno intramuscular; después de los 10 minutos, se utiliza el glucógeno hepático; y después de 20 minutos, los ácidos grasos. Por lo tanto, puede recomendarse 30 minutos de ejercicio físico de intensidad moderada cada día o durante casi todos los días de la semana (23).

Recomendaciones

Para que la actividad física realizada por la persona con DM tipo 2 sea segura y beneficiosa, se deben seguir una serie de recomendaciones (23):

- Evaluación médica detallada antes de empezar cualquier programa de ejercicio físico.
- Evitar hacer ejercicio solos, sobre todo, si éste se prolonga mucho en el tiempo. Llevar siempre consigo algún producto azucarado y un teléfono móvil con los números de los servicios de emergencia.
- Los familiares, entrenadores y compañeros deportivos deben saber que el paciente es diabético y dónde lleva los productos azucarados.
- Tanto el paciente como las personas de su entorno deben conocer los signos y síntomas de una hipoglucemia y deben saber reaccionar ante ella.
- Prestar atención especial al cuidado de los pies.

El objetivo del tratamiento completo de las personas con DM tipo 2 es mejorar su calidad de vida, evitarles la aparición de complicaciones a corto y largo plazo, y garantizarles el desarrollo normal de las actividades diarias. A su vez, también se busca que los niveles tanto de glucemia como de HbA1c estén en los rangos adecuados, para evitar la aparición de complicaciones propias de la enfermedad.

Tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio de fuerza y el ejercicio combinando ambos, han demostrado beneficios a corto y largo plazo en el control glucémico, pudiendo ser buenas opciones para planificar un entrenamiento adaptado al paciente (25).

6.2.4. ACTIVIDAD FÍSICA Y PREVENCIÓN DE DM TIPO 2

Cuando se trata de la DM tipo 2 la prevención es muy importante, y esta prevención es especialmente importante si se tiene un mayor riesgo de padecer la enfermedad, por ejemplo, si se tiene sobrepeso, si hay antecedentes genéticos de enfermedad en la familia o si se ha diagnosticado prediabetes (RW10). Realizar algunos cambios sencillos en el estilo de vida de las personas en riesgo de padecer DM tipo 2, les puede ayudar a evitar las graves complicaciones de la diabetes en el futuro (RW10).

Los bajos niveles de actividad y capacidad física cardiorrespiratoria y musculoesquelética son factores de riesgo fuertes, independientes y modificables para el desarrollo de DM tipo 2; actualmente es evidente que un estilo de vida activo físicamente es fundamental para la prevención de la DM tipo 2 (24).

La reducción del peso parece ser el factor determinante para la disminución del riesgo de padecer DM tipo 2, mientras que la actividad física y la composición alimentaria pueden contribuir de forma independiente. La composición corporal y la variación genética también pueden afectar la respuesta a las intervenciones (24).

Los resultados de varios estudios identifican un papel importante de la actividad física en la prevención de la DM tipo 2 y que el menor riesgo se encuentra más asociado al incremento de la actividad física total, que a la intensidad del ejercicio (26).

Un alto nivel de actividad física se asocia con una reducción del 20–30% del riesgo de DM tipo 2. La reducción del riesgo asociado con el incremento de la actividad física parece ser mayor en pacientes con riesgo de DM tipo 2, como es el caso de los obesos, las personas con tolerancia alterada a la glucosa o con antecedentes familiares (24).

La actividad física puede reducir el riesgo de diabetes, mejorando la sensibilidad a la insulina o, indirectamente, cambiando el peso y la composición corporal (24). El ejercicio se correlaciona inversamente con la obesidad y la distribución de grasa central, particularmente la grasa visceral. En general, las personas activas comparadas con las inactivas tienen mejores perfiles de insulina y

glucosa, mientras que la inactividad completa, con desentrenamiento y reposo en cama, conduce al deterioro de esos parámetros metabólicos (24).

La ADA en 2012 actualizó las siguientes recomendaciones basadas en la evidencia para la prevención o retraso en la aparición de la DM tipo 2 (24):

- Los pacientes con tolerancia alterada a la glucosa (IGT) o glucemia alterada en ayunas o una HbA1c de 5,7-6,4 % deben referirse para un programa efectivo de pérdida de peso de 7% e incrementar la actividad física moderada mínimo a 150 minutos por semana de forma adicional a una restricción calórica moderada.
- La metformina se podría considerar en pacientes con IGT, glucemia alterada en ayunas, o una HbA1c de 5,7-6,4 %, especialmente en aquellos con IMC ≥ 35 , menores de 60 años y mujeres con diabetes gestacional previa.
- La monitorización de la prediabetes se debe hacer, como mínimo, cada año.

Otras recomendaciones añadidas serían, practicar también ejercicio aeróbico vigoroso, no dejar de hacer ejercicio durante más de 2 días consecutivos e incluso suplementar con 60 minutos a la semana de ejercicio de fuerza de intensidad moderada a vigorosa (24).

La ADA también recomienda hacer pruebas de glucemia a personas de 45 años o más, y a adultos que presenten sobrepeso y uno o más factores de riesgo de diabetes, como pueden ser antecedentes familiares de diabetes, antecedentes personales de prediabetes o sedentarismo (RW10).

7. CONCLUSIONES

Tras un análisis detallado de diversos estudios y documentos sobre los efectos de la alimentación y el ejercicio físico en pacientes con DM, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Las características de la dieta en el tratamiento de la DM no difieren de las recomendaciones efectuadas para la población adulta y sana, siempre y cuando se contemple una adecuada distribución y cantidad de los HdC a lo largo del día.
- La dieta en los pacientes con DM ha de adecuarse al estilo de vida, costumbres sociales, raza o religión, si se quiere lograr una buena adherencia al tratamiento dietético.

- Los pacientes con DM deben alcanzar concentraciones de glucosa y lípidos cercanas a la normalidad, regularizar los niveles de presión arterial, ingerir los nutrientes necesarios para conseguir un peso adecuado, así como su correcto crecimiento y desarrollo, además de prevenir, retardar o tratar las complicaciones.
- La intervención del dietista–nutricionista es clave como parte del equipo de salud, proporcionando las bases necesarias para una adecuada nutrición del paciente con DM.
- Las recomendaciones de ejercicio físico para pacientes con DM son las mismas que para la población general; unos 30 minutos diarios de ejercicio moderado, siempre y cuando la enfermedad se encuentre estable.
- Al realizar ejercicio físico con DM los pacientes han de tener en cuenta ciertos riesgos relacionados con su enfermedad. Los principales son la hipoglucemia y la hiperglucemia.
- Para minimizar los posibles riesgos derivados de la realización de ejercicio físico, es preciso tener un plan de actuación antes, durante y después de la actividad, que permita tratar alteraciones en la glucemia.
- Realizar un seguimiento de las glucemias facilita la realización de ejercicio de manera segura.
- Los ejercicios aerobios son los más recomendados en pacientes con DM pues les permiten mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir las necesidades diarias de esta, favoreciendo el consumo de glucosa muscular y hepática.
- La indicación del tipo de ejercicio, su intensidad y duración debe ser personalizada.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Muñoz Retana C. ¿Qué son los carbohidratos o hidratos de carbono? Geosalud [internet]. [actualizado 2 de junio 2020]. Disponible en <https://www.geosalud.com/nutricion/hidratos-de-carbono-carbohidratos.html>
- (2) Rodríguez L. Manejo de la técnica de conteo de hidratos de carbono en el paciente con diabetes. Asociación Latinoamericana de Diabetes. 2006; 14(2), 74-79.
- (3) Nelson D, Cox M. Glycolysis, gluconeogenesis and the pentose phosphate pathway. Lehninger principles of biochemistry. 7th ed. New York: W.H. Freeman; 2017.
- (4) Castro A. Metabolismo de carbohidratos: Glucólisis y gluconeogénesis. Quizlet [internet]. [actualizado diciembre de 2017]. Disponible en <https://quizlet.com/248736535/metabolismo-de-carbohidratos-glucolisis-y-gluconeogenesis-diagram/>
- (5) Devlin T. Bioquímica: aplicaciones clínicas. 4ª ed. Barcelona: Reverte; 2004.

-
- (6) King MW. Introducción a las actividades de insulina [internet]. [actualizado julio de 2016]. Disponible en <https://themedicalbiochemistrypage.org/es/insulin-sp.php>
- (7) Izquierdo A, Armenteros M, Lancés L, Martín González I. Alimentación saludable. Revista cubana de enfermería. 2004; 20(1), 1-1.
- (8) Basulto J, Manera M, Baladia E, Miserach M, Pérez R, Ferrando C, Roca A. Definición y características de una alimentación saludable. GREP-AED-N. [internet]. [actualizado 17 de marzo 2013]. Disponible en http://fedn.es/docs/grep/docs/alimentacion_saludable.pdf
- (9) Márquez-Sandoval F, Bulló M, Vizmanos B, Casas-Agustench P, Salas-Salvadó J. Un patrón de alimentación saludable: la dieta mediterránea tradicional. Universidad del País Vasco. Antropo. 2008; 16, 11-22.
- (10) Gabaldón M, Montesinos E. Dietoterapia en la diabetes tipo 1 y tipo 2: generalidades. Avances en diabetología. 2006; 22(4), 255-261.
- (11) Durán S, Carrasco E, Araya M. Alimentación y diabetes. Nutrición Hospitalaria. 2012; 27(4), 1031-1036.
- (12) Cánovas B, Koning M, Muñoz C, Vázquez C. Nutrición equilibrada en el paciente diabético. Nutrición Hospitalaria. 2001; 16(2), 31-40.
- (13) Socarrás M, Bolet M, Licea M. Diabetes mellitus: tratamiento dietético. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2002, 21(2), 102-108.
- (14) Reyes M, Morales J, Madrigal E. Diabetes: Tratamiento nutricional. Medicina Interna de México. 2009; 25(6), 454-460.
- (15) Varo JJ, Martínez Hernández JA, Martínez González M. Beneficios de la actividad física y riesgos del sedentarismo. Medicina clínica. 2003; 121(17), 665-672.
- (16) Prieto Bascón MA. Actividad física y salud. Innovación y experiencias educativas. 2011. 42. 3-4.
- (17) Pérez Samaniego V, Devís J. La promoción de la actividad física relacionada con la salud: la perspectiva de proceso y de resultado. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2003; 3(10), 69-74.
- (18) Hernández Rodríguez J, Licea ME. Papel del ejercicio físico en las personas con diabetes mellitus. Revista cubana de endocrinología. 2010; 21(2), 182-201.
- (19) Bastidas BE, García Bañuelos JJ, Rincón AR, Panduro A. Actividad física y diabetes mellitus tipo 2. Investigación en salud. 2001; 3(99), 49-56.
- (20) Dowshen S. Deporte, ejercicio y diabetes. KidsHealth. [internet]. [actualizado junio 2018]. Disponible en <https://kidshealth.org/es/parents/sports-diabetes-esp.html>
- (21) Carral F., Gutiérrez Manzanedo JV, Ayala C, García Calzado C, Silva JJ, Aguilar M. Impacto de la actividad física sobre el control metabólico y el desarrollo de complicaciones crónicas en pacientes con diabetes mellitus tipo 1. Endocrinología y nutrición. 2010; 57(6), 268-276.
-

- (22) Gómez Ibáñez R. Influencia del ejercicio físico en la diabetes tipo 1 en sujetos sedentarios. Universidad Miguel Hernández. [internet]. [actualizado 2016]. Disponible en <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2858/1/TFG%20G%C3%B3mez%20Ib%C3%A1%C3%B1ez%20Rub%C3%A9n.pdf>
- (23) Franco RJ, Rodríguez Torrealva GA, Laveriano RE, Saavedra LI. La actividad física como manejo complementado en el tratamiento de pacientes con diabetes mellitus. Conocimiento para el desarrollo. 2016; 7(2), 65-72.
- (24) Márquez JJ, Ramón Suárez G, Márquez Tróchez J. El ejercicio en el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. Revista argentina de endocrinología y metabolismo. 2012; 49(4), 203-212.
- (25) Quílez P, Reig M. Control glucémico a través del ejercicio físico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2: revisión sistemática. Nutrición hospitalaria. 2015; 31(4), 1465-1472.
- (26) Nieto-Martínez R. Actividad física en la prevención y tratamiento de la diabetes. Revista venezolana de endocrinología y metabolismo. 2010; 8(2), 40-45.
- (27) Scarfó R. Cómo afecta el ejercicio de fuerza sobre los GLUT4: importancia en sujetos diabéticos. [internet]. [actualizado febrero 2014]. Disponible en <https://g-se.com/como-afecta-el-ejercicio-de-fuerza-sobre-los-glut4-importancia-en-sujetos-diabeticos-bp-N57cfb26d6d829>

9. RECURSOS WEB

- (RW1) Fundación Española del Corazón. Hidratos de Carbono. Disponible en <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/nutrientes/806-hidratos-de-carbono.html>
- (RW2) Metabolismo de los carbohidratos. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Metabolismo_de_los_carbohidratos
- (RW3) Glucogenogénesis. Disponible en <https://es.wikipedia.org/wiki/Glucogenog%C3%A9nesis>
- (RW4) MedLinePlus. Diabetes. Disponible en <https://medlineplus.gov/spanish/diabetes.html>
- (RW5) Diabetes Education Online. Diagnóstico de la diabetes. Disponible en <https://dtc.ucsf.edu/es/tipos-de-diabetes/diabetes-tipo-1/compreension-de-la-diabetes-tipo-1/datos-basicos/diagnostico-de-la-diabetes/>
- (RW6) National Institute of Diabetes and Digestive Kidney Diseases. Información general sobre diabetes. Disponible en <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general>
- (RW7) Fundación para la diabetes. Ejercicio físico y modificaciones en la dieta. Disponible en <https://www.fundaciondiabetes.org/infantil/218/ejercicio-fisico>
- (RW8) National Institute of Diabetes and Digestive Kidney Diseases. Nutrición, alimentación y actividad física si se tiene diabetes. Disponible en <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/nutricion-alimentacion-actividad-fisica>

(RW9) Mayo Clinic. La diabetes y el ejercicio: cómo medir tu azúcar en sangre. Disponible en <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/diabetes/in-depth/diabetes-and-exercise/art-20045697?p=1>

(RW10) Mayo Clinic. Prevención de la diabetes. 5 consejos para tomar el control. Disponible en <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/type-2-diabetes/in-depth/diabetes-prevention/art-20047639?p=1>